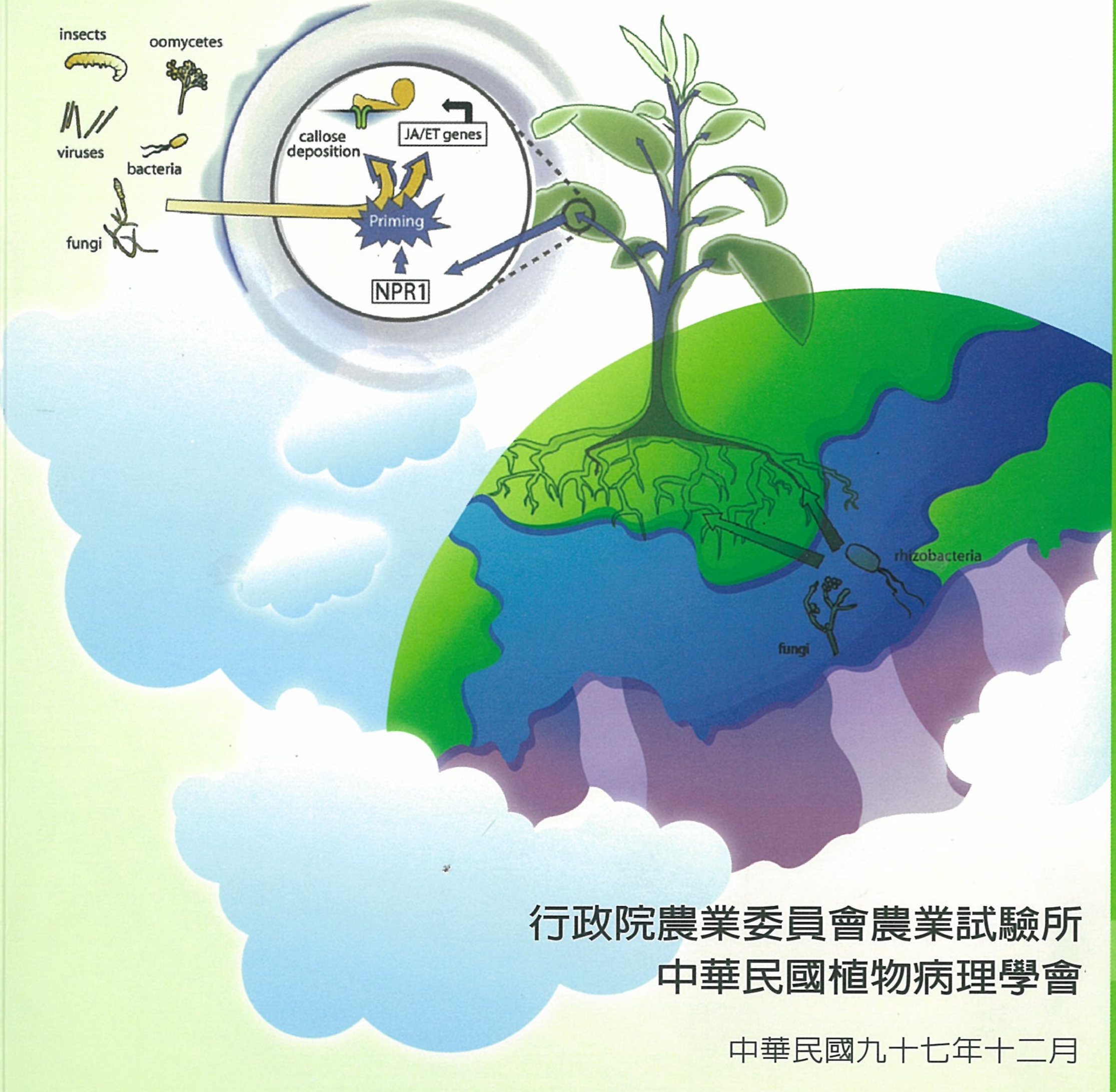
農業試驗所特刊第133號

節能減碳與作物病害管理

研討會專刊

謝廷芳、陳金枝、鄧汀欽、安寶貞 主編



行政院農業委員會農業試驗所
中華民國植物病理學會 編印

中華民國九十七年十二月

農業試驗所特刊第 133 號

「節能減碳與作物病害管理」研討會專刊

主編

謝廷芳、陳金枝、鄧汀欽、安寶貞

主辦單位：中 華 民 國 植 物 病 理 學 會
行 政 院 農 業 委 員 會 農 業 試 驗 所
補助單位：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

行政院農業委員會農業試驗所
中 華 民 國 植 物 病 理 學 會
編印

中華民國九十七年十二月

Proceedings of Symposium on Plant Disease Management in the Era of Energy-Saving and Carbon Reduction

Symposium held at Taiwan Agricultural Research Institute
Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC
November 20, 2008

Edited by
T. F. Hsieh, C. C. Chen, T. C. Deng and P. J. Ann

Published by
Taiwan Agricultural Research Institute
and
Taiwan Phytopathological Society, Taiwan, ROC

December, 2008

「節能減碳與作物病害管理」研討會議程

時　　間：九十七年十一月二十日星期四
地　　點：行政院農業委員會農業試驗所行政大樓三樓大禮堂
主辦單位：中華民國植物病理學會
行政院農業委員會農業試驗所
行政院農委會動植物防疫檢疫局

時　間	議　　題	演講者	主持人
08:30～09:00	報　　到		
09:00～09:30	長官致詞	宋華聰局長 劉大江所長	安寶貞理事長
09:30～10:00	拍團體照及休息		
	第一節		葉　瑩副局長 安寶貞理事長
10:00～10:40	節能減碳下植物防疫的方向與展望	郭克忠組長	
10:40～11:20	作物抗病育種之現況與展望	林俊義院長	
11:20～12:00	作物健康種苗在病害管理上之回顧與展望	張清安教授	
12:00～13:00	午餐時間		
	第二節		黃振文院長 黃槵昌分局長
13:00～13:25	農藥合理化使用的現況與展望	高清文所長	
13:25～13:50	整合性作物病蟲害管理	蔡東纂主任	
13:50～14:15	節能下的病害管理策略	黃鴻章博士	
14:15～14:40	利用農業廢棄物研發抑病介質與有機添加物	黃振文院長	
14:40～15:00	休　　息		
	第三節		柯文雄教授 高清文所長
15:00～15:25	非農藥防治新技術的開發與應用	安寶貞組長	
15:25～15:50	台灣生物農藥之研發與產業化應用－問題與展望	曾德賜教授	
15:50～16:15	利用栽培技術防治瓜類作物土壤傳播性病害	林益昇教授	
16:15～16:40	利用植物免疫力防治病害的現況與展望	陳昭瑩主任	
	第四節		郭克忠組長
16:40～17:05	水稻病蟲害防治用藥減量防治曆 芒果病蟲害管理	周國鴻課長 林聰明班長	
	第五節　綜合討論		安寶貞理事長
17:05～17:30	綜合討論 (林俊義院長、張清安教授、柯文雄教授、葉瑩副局長、黃振文院長、黃槵昌分局長、高清文所長、郭克忠組長)		

目　錄

節能減碳下植物防疫的方向與展望
---郭克忠、陳保良、劉天成、蔡偉皇---1

作物抗病育種之現況與展望
--林俊義、陳甘澍---13

作物健康種苗在病害管理上之回顧與展望
---張清安---61

農藥合理化使用的現況與展望
--高清文、李敏郎---87

整合性作物病蟲害管理
---蔡東纂---107

節能下的病害管理策略
---黃鴻章、吳明哲---109

利用農業廢棄物研發抑病介質與有機添加物
---黃振文、彭玉湘---127

非農藥防治新技術的開發與應用
---------------------------------安寶貞、謝廷芳、蔡志濃、黃晉興、楊宏仁---137

台灣生物農藥之研發與產業化應用－問題與展望
---曾德賜---155

利用栽培技術防治瓜類作物土壤傳播性病害
---林益昇、蘇俊峯---175

利用植物免疫力防治病害的現況與展望
---劉益宏、黃健瑞、林玉儒、陳昭瑩---193

水稻病蟲害防治用藥減量防治曆
---周國鴻---203

芒果病蟲害管理
---林聰明、林明瑩---205

宋局長 華聰 序

因應全球暖化的問題，節能減碳為當前政府重要的施政目標，為落實節能減碳及消費者要求日漸嚴格的農產品安全議題，並配合農委會所推動「健康、效率、永續經營」之施政方針，節能減碳下的植物防疫工作，最能顯現該項成果的措施就是有效減少農藥之使用量。

從行政管理面而言，農藥減量有賴三項極為重要工作的落實，分別是疫情監測、疫情管理及農藥管理。疫情監測主要在建立完善的疫情監測體系，以有效掌握國內重大疫情發生之時空分布，並事先提出預警，使各級政府組織、鄉鎮公所農會及農民可以從容因應，及早有效控制疫情，減少後期農藥的使用。疫情管理則依疫情之危害程度及作物之經濟價值而採取共同防治、官方防治、一般防治及緊急防治等方式，並以整合性防治為核心，推動非農藥防治方法與合理化用藥及共同防治等措施，以減少農藥使用。農藥管理則是周延法制工作，確保農藥生產自工廠到消費者皆能有一透明並有效之管理機制，並逐步改善業者經營環境，提升生產效能，提高農藥品質，減少劇毒農藥使用，並朝低毒高效產品之方向發展，以達到農藥減量之目標。

基於配合節能減碳政策及規劃未來，本局乃委託中華民國植物病理學會舉辦「節能省碳與作物病害管理研討會」，邀集國內植物保護界之菁英共同參與，討論主題涵蓋節能省碳與植物防疫之方向與展望、作物抗病育種、健康種苗、病害綜合管理策略等，並邀請具實務之農友進行經驗分享，希望本次研討會之成果能落實在未來作物病害管理措施之推動上，以達農藥減量的之標。感謝中華民國植物病理學會彙編本研討會文章付梓成冊，提供各界參考，特為之序。

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

局長 宋華聰 謹誌

中華民國九十七年十一月

劉所長 大江 序

目前全球面臨糧食安全、氣候變遷及能源危機等三大問題的嚴苛挑戰，使得我們不得不檢討過去半個世紀以來，農業生產高度仰賴合成化學農藥和化學肥料的使用，導致環境破壞與生態失衡的嚴重後果。近年來政府提倡「農業永續經營」的理念，配合節能減碳的政策，希望在符合經濟效益、注重生態平衡及環境安全等需求下，能穩定生產優質安全的農產品。在此理念下，作物病害的防治策略都以低投入成本、高效益產出為方向，以便達到節約人力、物力和保護生態環境的目的。

據此，本研討會邀集國內植物病理學者共聚一堂，針對當前節能減碳的政策，提出相符的作物病害防治新技術；例如抗病育種即是一種最經濟有效的防病策略，我國行之有年的稻作育種團隊，多年來均將水稻抗病蟲特性納入選育的目標。以往對於作物的病毒病害總是束手無策，然而現在經由培育健康種苗，已可部份解決病毒病的問題。另外，諸如循環利用農業廢棄物合成抑病的介質、開發生物性農藥、善用栽培管理措施降低病害發生、提昇作物對病害的免疫力、研發其他非農藥防治技術等，均符合節能減碳的需求，又兼具降低病害發生的功效，是值得推薦給農民使用的實用技術。

就目前人類所面臨的全球性危機而言，農業受到極為密切的關注，而有關氣候變遷、生物燃料、糧食安全、農產品在作為食物和飼料之間潛在的競爭、全球化導致食品安全和生物安全問題等方面，均與植物保護的研究有關。祈望未來在植物保護研究人員及專家學者的共同努力下，研發出更多低能源消耗、低人力投入及低環境干擾等三低的解決方案，使全球的糧食生產與供應不虞匱乏。

行政院農業委員會農業試驗所

所長 劉大江 謹誌

中華民國九十七年十一月廿日

安理事長 寶貞 序

人類為追求文明與進步，自工業革命以來，大幅度快速地開採與利用自然資源，導致能源危機與自然生態環境的嚴重破壞，造成地球溫暖化與氣候變遷，引發重大的天然災害。世界先進各國有感於人類如不節制，將有可能面臨重大的生態浩劫，因此紛紛推動節能減碳運動，希望挽救地球，期盼永續發展。我國當然不能自外於這股趨勢，於今年推出節能減碳政策，目標是在 2016 至 2020 年間，讓二氧化碳排放量維持在 2008 年標準；2025 年進一步回到 2000 年標準，2050 年達到 2000 年排放量的一半。

作物生產過程當中，無法避免病蟲害的侵襲，嚴重影響產量與品質，自從化學合成農藥問世以來，基於經濟與速效的考量，農民習慣以農藥來防治病蟲害，經年累月已經對人類社會與生態環境造成莫大的負面影響。而因應節能減碳政策下的植物防疫工作，最有效的作法應是如何有效降低農藥的使用量，而減少農藥的使用的積極作為則是開發可資應用的非農藥防治技術。

「節能減碳與作物病害管理」研討會的重要任務，乃是將我國近年來在農藥減量與非農藥防治技術開發方面研究成果，介紹給相關的研究推廣人員、業者、農民與社會大眾，進而相互檢討將來的研究方向與改進措施。本次研討會的重點內容包括我國在節能減碳政策下植物防疫的未來方向與展望、節能下的病害管理策略、抗病育種、健康種苗應用、生物農藥開發、農業廢棄物開發抑病介質、非農藥防治新技術開發、栽培管理技術應用及增強植物免疫力等方面,並邀請在該研究領域中具領導地位之專家學者進行演講。

在會前我們將各講題的論文編輯成為本專刊，期能配合政府推動「節能減碳」政策，落實減農藥的病害防治新技術的推廣工作，期能經由植物保護界的學者、研究人員、推廣人員的經驗交流，將新近研發的病害防治新技術推介給農民使用，以達到節能減碳的低成本投入，生產安全無虞的農產品。

中華民國植物病理學會

理事長 安寶貞 謹誌

中華民國九十七年十一月廿日

節能減碳下植物防疫的方向與展望

郭克忠[1,2]、陳保良[1]、劉天成[1]、蔡偉皇[1]
[1] 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局植物防疫組
[2] 連絡作者，電子郵件：kckuo@mail.baphiq.gov.tw

摘 要

節能減碳下的植物防疫工作，最顯著的便是有效減少農藥的使用量。從行政管理面而言，農藥減量有賴三項極為重要工作的落實，分別是：疫情監測、疫情管理及農藥管理。疫情監測主要在建立完善的疫情監測體系，以有效掌握國內重大疫情的發生時空分布，並事先提出預警，使各級政府組織、鄉鎮公所農會及農民可以從容因應。疫情管理則依疫情的危害程度、作物的經濟價值不同而區分為共同防治、官方防治、一般防治及緊急防治等事項。農藥管理則是周延法制工作，確保農藥生產自工廠到消費者皆能有一透明並有效的管理機制，並逐步改善業者經營環境，提升生產效能，逐步禁絕劇毒農藥，並朝低毒高效產品的方向發展。

關鍵詞：節能減碳、植物防疫、農藥減量

緒 言

行政院農業委員會動植物防疫檢疫局（以下簡稱防檢局）成立已有十年，回想當年創業艱辛，一路篳路藍縷，在各界的鞭策及支持之下，方能有今天的成果，可謂相當不易。節能減碳是當前政府重要的施政之一，作為植物保護政策的制定者，防檢局自然須積極參與。

台灣人民積極勤奮，勇於冒險創新，作物種類估計約有 300 種，極具多樣性，依據「台灣植物病害名彙」及「台灣植物害蟲名錄」統計，植物病蟲害種類粗估有近 4,600 種。再由於地處亞熱帶及熱帶，氣候高溫多濕，

作物全年栽培，極適合病蟲害全年繁衍發生。近來由於能源短缺，世界油價及原物價格波動劇烈，再加上人類對生態環境的過度經營，地球暖化現象日益嚴重。為配合農委會推動「健康、效率、永續經營」的施政方針，與要求日嚴的農產品衛生安全的議題，照顧廣大的消費者與農民，減少農業化學品的使用，為節能減碳政策下植物保護最重要的課題。

植物防疫的整合與分工

96 年間，為了使植物防疫工作的內涵更為明確，防檢局簽奉主任委員核定，植物防疫的施政內容分為如下三大項目：疫情監測、疫情管理及農藥管理。茲就這三項工作與節能減碳的關係加以說明如下：

一、疫情監測：

根據國際植物保護公約，疫情監測最重要的目的便是確定疫區的範圍及動態。我國雖然有近 4,600 種病蟲害，但因為政府資源有限，因此確認重要經濟性疫情及其疫區極為重要。防檢局每年 10 月間邀集地方政府及農委會所屬試驗研究機關，舉開會議研商次年度監測有害生物種類、監測方法、時間、地區並制定標準作業程序。以 97 年度為例，主動監測有害生物種類共計 61 種，包括高風險檢疫有害生物，如地中海果實蠅、蘋果蠹蛾、西方花薊馬等 22 種；及國內重大疫情如稻熱病、東方果實蠅、斜紋夜蛾等 39 種，各改良場所依據監測結果定期通報防檢局，以便採取適當防治作為，或透過疫情通報系統通知地方政府轉知農民進行防治工作，必要時亦發布新聞稿以廣知社會大眾。

以斜紋夜蛾為例，自民國 86 年起，政府開始推動休耕政策，至民國 93 年，產業結構因加入 WTO 而大幅調整，休耕農地高達 22 萬公頃，其中又以綠肥田菁所衍生的斜紋夜蛾問題最為嚴重。

斜紋夜蛾屬廣食性昆蟲，在我國每年 6 月及 11 月為其發生高峰，於食源充足時易大量繁殖，於食物消耗殆盡後，會向外擴散，甚至橫越馬路進入民宅，造成民眾的恐慌，而成為社會關注的焦點。民國 95 年雲林、嘉義、

台南等多處農田遭受斜紋夜蛾肆虐，當時所種植之花生、大豆等雜糧作物，經過斜紋夜蛾嚴重啃食，全株僅賸莖桿，造成部分旱作區嚴重的農業損失。根據推估，雲嘉南地區約三分之一的休耕田列屬高密度蟲害區，換言之，若 3 萬多公頃休耕田每公頃平均密度高達 100 萬隻蟲以上時，斜紋夜蛾可繁殖近 5 億隻的後代，則至少有 1 兆 5 千億隻斜紋夜蛾化蛹為害，其所衍生的問題不容小覷。

為掌握雲嘉南地區斜紋夜蛾分布動態及疫情之管控，農委會防檢局與農委會農試所及台中區、台南區、高雄區等農業改良場合作，自 95 年起，於蟲害嚴重的雲嘉南旱作高風險區設置 259 個監測點，監測該蛾發生情形；96 年除持續強化雲林縣休耕田及全國高風險作物區之蟲害管理外，另聯合台北、苗栗、台中、南投、雲林、嘉義、台南、花蓮、台東等 9 縣政府，於轄內 42 個鄉鎮增設 168 處監測點，合計設置 427 個監測點；97 年起，縣政府監測範圍增加至 12 縣市 204 處監測點，全國共設置 500 個監測點，掌握 75%易遭受斜紋夜蛾為害之重要鄉鎮。並自 5 月至 12 月期間每 10 天調查一次，所得資料匯入防檢局植物疫情管理資訊網，並以旬報、電子檔及公文分送有關單位研析參考；若發現疫情升高，如密度超過警戒標準，或是以倍數成長等情形發生時，立即透過相關單位提醒農民及早配合防治或翻耕處理。

另由農委會農試所應用動物組團隊進行斜紋夜蛾疫情評估，以掌握該害蟲密度消長，建立旱作蟲口密度估算技術及不同旱作蟲害防治基準。並開發建置植物疫情地理資訊系統(GIS)應用模式平台，以隨時掌握該蛾分布動態及疫情之管控，剖析各地斜紋夜蛾空間分布及族群動態，包含發生密度變化、資料疊圖顯示及統計分析數值等，據以研擬適當的防治策略。

另一個例子是水稻稻熱病的監測工作，為了有效掌控水稻稻熱病疫情，確保稻米產量與品質，防檢局 97 年起聯合 7 個歷年稻熱病疫情較嚴重之縣政府加強疫情監測及管理工作，於台中縣霧峰鄉、彰化縣社頭鄉、南投縣名間鄉、雲林縣莿桐鄉、大埤鄉、嘉義縣民雄鄉、太保市、台南縣後壁鄉、六甲鄉、高雄縣美濃鎮等 10 個歷年稻熱病好發之疫情高風險地區，請縣政府進行當地水稻稻熱病疫情監測工作。

監測工作自 3 月 15 日起至 6 月 6 日止，依據監測結果顯示，發病的水稻品種以台南 11 號為主，其次為台梗 2 號、9 號及台農 71 號為主。96 年共計發佈警報 19 則，發病面積約 28,000 公頃，發病率均在 5%以下。97 年共發布警報 15 則，發病面積約 9,000 公頃，發病率亦在 5%以下。估計 97 年一期作水稻總收成量約較往年多一成左右。

二、疫情管理：

疫情管理根據國際植物保護公約的精神約可分成四個層次：

1. 官方防治：

依據「食品衛生檢驗與動植物防檢疫措施協定」（SPS）第六條，管制有害生物未於國內發生者實施監測(如前述重大檢疫有害生物 32 種)，已發生者則執行防治措施。權責機關為中央，地方政府配合辦理，農委會所屬 11 研究機關除配合對未入侵之重大病蟲害執行長期監測工作外，對已入侵者實施官方防治，執行撲滅或圍堵工作。以入侵紅火以為例，入侵紅火蟻是聯合國國際保育聯盟（International Union for Conservation of Nature, IUCN）所列世界一百大惡性入侵生物之一。自 2004 年 9 月發現紅火蟻入侵開始，農委會防檢局已採取多項官方防治措施。首先，農委會於 93 年 10 月成立跨部會「中央防治紅火蟻工作會報」，成員包括主要部會代表及學者專家，該會報已針對紅火蟻防治、監測、移動管制、藥劑採購、醫療處置、教育宣導等事項劃定權責。94 年 11 月成立國家紅火蟻防治中心，作為技術幕僚，協助調查與分析疫情資訊、評估防治效果、開發與推廣防治技術、辦理教育宣導等。另，農委會防檢局也訂定「紅火蟻標準作業程序」，成立共同供應契約採購防治藥劑，並擬訂計畫結合地方政府、相關試驗改良場所與大學，分工執行紅火蟻防治、偵察、監測與成效評估等工作。根據監測資料，目前紅火蟻持續侷限於桃園以北地區，其中桃園縣仍發生面積約 4,053 公頃，台北縣仍發生面積約 558 公頃，另新竹縣、嘉義縣等尚有小範圍發生，約 70 公頃；全台總發生面積 4,681 公頃，佔所規劃

防治面積 40,318 公頃的 11.61%。

此外，為防範紅火蟻藉由種苗或植栽擴散，依據「花卉、種苗及栽培介質防範紅火蟻移動管理作業要點」，會同農糧署、試驗改良場所、國家紅火蟻防治中心與地方政府執行苗圃紅火蟻聯合檢查。對於受檢合格的苗圃，地方政府核發合格證明書，以保障業者權益；對於受檢不合格的苗圃，則要求業者限期完成防治，並限制苗圃內種苗、植栽與介質等之移動，同時輔導業者進行防治。至 97 年 9 月止，針對台北、桃園、嘉義的苗圃檢查（含複檢）累計達 900 場次，目前尚有桃園縣 3 處苗圃之疫情未完全撲滅，將持續列管及協助業者防治。

在教育宣導方面，累計已辦理講習與宣導會近 200 場，及透過刊載報紙廣告、製播電視廣播廣告、編印宣導摺頁與光碟、製作紅火蟻標本及模型拼圖等多元管道來強化宣導效果，亦透過紅火蟻網站（www.baphiq.gov.tw）、免付費專線電話（0800-095590）等管道提供疫情通報、診斷鑑定與防治諮詢等服務，歷年接受通報與諮詢件數達 4,100 件。

2. 共同防治：

係指該有害生物普遍發生於全國，危害作物範圍廣，防治工作由中央統合辦理較農民自行辦理更有效率，如東方果實蠅、斜紋夜蛾、野鼠、福壽螺及水稻病蟲害等 6 類。權責機關為中央，地方政府配合辦理，農委會所屬農試改良場所配合實施地區危害基準訂定、防治技術開發、共同防治督導、防治效果評估及示範推廣等工作執行。

以 96 年度斜紋夜蛾共同防治為例，農委會防檢局聯合地方政府於蟲害高風險地區，推動大面積斜紋夜蛾性費洛蒙誘殺 3 萬公頃，其中性費洛蒙由農委會農試所提供，防檢局供應誘蟲盒等資材，工資部分則由地方政府自行負擔，經統計雲嘉南地區平均蟲口密度僅為 95 年同期之 30%，顯示性費洛蒙誘殺效果顯著，且計畫執行期間，農民減少用藥 2 次，節省防治成本約 1.2 億元，經濟效果顯著。

3. 一般防治：

地區性重要產業如苗栗縣的草莓、彰化縣的葡萄、台南縣的芒果等，由於具有彰顯地方生活生態及文化特色象徵的產業，其所發生之疫情，對地方經濟會發生重大的傷害，因此這些疫情之權責機關為地方政府，防檢局則以從旁協助的立場，彙集資源，協助地方政府辦好疫情管理工作。97 年度屬一般防治之有害生物共計 34 種，由農委會所屬 11 個試驗研究機關提供技術諮詢，協助進行有害生物鑑定、損失評估、生態研究、防治技術開發、並擔任講師指導農民相關的防疫技術。近年來，一般防治有兩項工作重點，一是推動整合性防治模式的建立，二便是推動抗藥性監測的工作。

整合性防治是一種概念，已經推動了 30 年，農民也確實得到很多改良場所各級同仁的協助，並在植物保護技術上有顯著的提升，但如何往前一步，使得整合性防治技術能夠日新又新，與日精進則是一個未來必須面對的課題。引進一個可以比較的數量化指標是可行的方向。因此防檢局將自 98 年度起將會推動整合性防治模式數量化的工作，其中一個重要的概念便是引入環境影響指數(Environmental impact quotient, EIQ)的概念。EIQ 是康乃爾大學昆蟲系 Kovach 等人在 1992 年推動的一種環境評估指標，主要是應用在不同種類的農藥上。但聯合國農糧組織卻應用這個方法於整合性防治的效果評估上。包括農藥對使用者、農作物收獲者或採摘者、農產品消費者、地下水、魚、鳥、蜜蜂及有益昆蟲等 8 項影響指標，並計算對使用者、農產品消費者及生態環境影響等 3 項分值，在進行病蟲害整合性防疫項目時，可根據田間現況應用各項 EIQ 分值，用於輔導農民及技術推廣時使用。

另一個亟待推展的工作便是作物病蟲抗藥性的監測與管理，鑑於農民經常反應政府公告使用之藥劑效果不佳，為釐清病蟲是否已有抗藥性產生，必須進行其抗藥性之監測與管理，俾供農藥管理之參考。調查分析目前農民經常反應及容易發生抗藥性的病蟲，進行抗藥性研究與監測，並做有系統之評估，並視情況改進農藥使用方法，以提供

相關人員使用。

稍後會有三位田間的專家介紹整合性防治成功的例子，提供各位參考，因此不再贅述。

4. 緊急防治：

係指有害生物因週期循環、氣候因素、作物相改變或新興病蟲害而致的突發性疫情，如 89 年的茭白筍基腐病、91 年的黑角舞蛾、稻熱病、92 年的中國梨木蝨及 95 年的雲林地區的斜紋夜蛾等。緊急防治的權責機關為中央，地方政府配合辦理，農委會所屬試驗研究機關則協助進行疫情通報、損失評估、受害面積調查及因應對策研擬。防檢局則邀集地方政府、相關專家綜合研析後，提出具體處理措施並督導進行緊急防治工作。

三、農藥管理：

有關農藥管理業務自 93 年起由農委會委任防檢局辦理後，防檢局即負起執行農藥管理法所賦予之農藥登記及證照管理、法規修訂、農藥業者管理與品質管制、偽劣農藥查緝等任務。同時，在農藥管理業務的水平分工架構之下，其他如農糧署、農業藥物毒物試驗所及其他試驗改良場所，亦負起有關農藥安全使用宣導、農產品農藥殘留檢驗及農藥田間試驗等工作。此外，我國自加入 WTO 以後，為遵守 WTO 之食品安全檢驗與動植物防疫檢疫措施協定(SPS)、技術性貿易障礙協定(TBT)及與貿易有關之智慧財產權協定(TRIPs)等之規定，我國的農藥管理亦必須符合國際化，更朝向透明化及符合國際規範的方式來發展。

本局依據前述分工原則及執掌，辦理相關業務情形簡述如下：

1. 法規管理：

我國農藥管理法係於 61 年 1 月 6 日由總統令公布施行，迄今先後已歷經 6 次修訂，最近一次全文修正為 96 年 7 月 18 日，全文共計 59 條。此外，依據農藥管理法授權所訂定之相關法規還包括農藥管理法

施行細則等共有 23 項，截至目前為止，農委會已陸續增（修）訂完成之子法規計有「農藥理化性及毒理試驗準則」、「農藥工廠設廠標準」、「成品農藥委託加工管理辦法」、「農藥管理人員訓練及管理辦法」、「農藥代噴技術人員訓練辦法」、「農藥廣告申請審查辦法」、「農藥檢查辦法」、「檢舉或協助查緝禁用農藥偽農藥劣農藥獎勵辦法」及「農藥生產業及販賣業者評鑑獎勵辦法」等 9 項子法規，其他相關子法規目前正依法治作業程序陸續辦理中，俾以作為農藥管理工作上的重要依據及準繩。

2. 農藥工廠的管理：

我國現有農藥工廠約 45 家，部份仍停留在家庭事業的規模，為了解業者營業目標與現代化程度，防檢局於 97 年首次辦理工廠普查的工作。結果發現有取得 ISSO 的工廠僅 22 家。對於併業生產有約達五成抱持疑的態度。鑑於中國現在已是全世界最大的農藥生產國，我國農藥製造業的整併以提升競爭力勢不可免，極須儘早研議。

3. 農藥登記及證照管理：

截至 97 年 9 月底止，國內已核准登記殺菌劑 193 種、殺蟲劑 168 種、除草劑 94 種、殺蹣劑 26 種、殺鼠劑 5 種、殺線蟲劑 7 種、植物生長調節劑 21 種、除螺劑 2 種、除藻劑 1 種，其他混合劑 2 種，共計核准登記成品農藥為 519 種（以有效成分計為 363 種）。此外，農藥許可證之管理亦為防檢局重要工作之一，包括許可證之核發、補發、換發，展延、廢止及撤銷等項目。為利證照之有效管理，目前已將經核准登記之農藥及核發之許可證予以電腦化建檔管理，迄今已核發之農藥許可證共計 4,933 張。另為有效管理，將關廠、禁用、無產銷紀錄許可證加以廢止或撤銷，自 94 年迄今，共廢止許可證 670 張。展望未來，一方面要貫徹監督證照的有效性，另方面則應建立國內外查廠制度，嚴格審查仿製藥的審查制度。

4. 劇毒農藥管理：

由於國內已核准登記使用之劇毒農藥，一般為早期較老舊之藥劑，並以有機磷劑及氨基甲酸鹽類為最大宗。這類藥劑由於價格低廉，作用範圍廣並且速效，一向為農民喜用，佔全球殺蟲劑市場約 24%。但隨著該類農藥過度使用，抗藥性及對哺乳動物神經毒性高等缺點，歐美國家已陸續檢討評估，加以禁用或限用，以降低該類藥劑之暴露風險。我國亦自 86 年起，陸續評估禁用巴拉松等多種有機磷劑，截至目前為止，僅剩 37 種劇毒農藥繼續使用，惟其中包括普滅蝨等 17 種劇毒農藥，本局業已評估在未來 4 年內將陸續禁用。

5. 農藥品質管制：

農藥品質之良窳，關係到農藥使用之有效性及便利性，為保障消費者之權益，避免購買到品質不合標準的農藥，造成金錢及作物收成上之損失，對於市售成品農藥之品質，防檢局每年均有編列預算成立計畫辦理抽檢工作。每年平均抽檢件數為 1 千餘件，除對農藥之有效成分含量進行檢驗外，對於其他經中央主管機關公告禁止或限量使用之其他成分或其溶劑亦加強查驗，以保障國民飲食安全及維護自然生態環境。是以，凡經檢驗不合格之列農藥，均由各縣（市）主管機關加以處罰，並責令業者限期回收處理。依據前二年之市售農藥品質抽驗結果發現，不合格之列農藥產品比例由 14.4%下降至 8.4%，顯示政府落實農藥品質檢驗工作已有成效，並加速督促農藥業者加強自身產品之品管工作。

6. 查緝非法農藥：

為維護國人飲食衛生安全及自然生態環境，並保障消費者及合法業者權益，對於非法製造、加工、輸入或販賣之偽禁農藥，防檢局經常積極督導或會同各縣市政府加強查緝工作，必要時亦會同檢警調單位共同辦理。自 93 年起至 96 年止，共計查獲非法農藥原體、半成品、成品及相關原料約 276 公噸（93 年 24 公噸；94 年 70 公噸；95 年 65

公噸；96 年 117 公噸)，及時遏阻非法農藥流入市面。另，針對非法走私之偽禁農藥部分，防檢局亦函請海關及海岸緝私單位協助加強查緝，俾有效杜絕不法。此外，為提高偽禁農藥之查緝效果，農委會業於 92 年發布「檢舉或協助查緝偽劣農藥獎勵辦法」，並於本年修訂該辦法，提高檢舉等獎勵額度，期鼓勵民眾能協助政府踴躍檢舉不法。

結 語

節能減碳下的植物防疫工作從行政管理的觀點是可以從疫情監測、疫情管理及農藥管理三方面來協助達到農藥減量的目的。由前述的說明可以了解防檢局當前疫情管理工作的投入以共同防治工作為主，並且依此作為評估各地方政府對植物防疫工作良窳的管考基礎。共同防治工作除野鼠防除外，強調的是非農藥的防治法，目的之一便是節省農藥的使用。展望未來，這一工作如何再根據疫情的時空分布資訊，提升防治效能，仍是未來防檢局工作的重點之一，也十分仰賴學界的協助。

另方面加強中央與地方的聯繫工作也是未來極需加強的工作。現有聯繫會報原本僅就農藥業務與地方政府溝通，自 96 年起，本項會報工作內容涵蓋植物防疫相關疫情監測、疫情管理及農藥管理等工作，未來更考慮在必要時機針對特定議題納入試驗改良場所及衛生署、農糧署、國際處等機關以加強橫向聯繫，並建立植物防疫工作的共識。

參考文獻

1. Cheng, E. Y., Hwang, Y. B., Kao, C. H., and Chiang, M. Y. 2002. An area-wide control program for the oriental fruit fly in Taiwan. pp.57-71. In: Proceedings of the Symposium on Insect Ecology and Fruit Fly Management. Plant Protection Society of the Republic of China., Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
2. Huang, T. C., Chou, Y. C., and Chou, H. C. 2004. The infestation and control

of the red imported fire ant in Taiwan. Pages 1-13 i*n*: Proceedings of the Symposium on the Control of the Red Imported Fire Ant. C. J. Shih, and W. J. Wu, (eds.), Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei, Taiwan. (in Chinese).

3. IPPC, 1994. International standard for phytosanitoary measures. （www.ippc.int）
4. Yu, T. H., Tsai, W. H., and Kuo, K. C. 2008. Oriental fruit fly management in Taiwan: Current and future. Pages 5-9 *in*: International Symposium on Recent Progress of Tephritid Fruit Flies Management. Taichung, Taiwan.
5. WTO. 1994. Agreement on the application sanitary and phytosanitary measures. （www.wto.org）

The Policy of Plant Protection Under Energy Saving and Carbon Reduction

Kuo, K. C.[1,2], Chen, P. L.[1], Liu, T. C.[1], and Tsai, W. H.[1]

[1] Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan, ROC

[2] Corresponding author, Email: kckuo@mail.baphiq.gov.tw

ABSTRACT

The most important achievement of the plant protection under energy saving and carbon reduction will be to reduce the use of the pesticides. From the administration point of view, following three aspects are crucial for a good success of the pesticide reduction. There are: pest monitoring, pest management and pesticide regulation. Pest monitoring covers both quarantine pests and domestically important pests such as apple codling moth, western flower thrip, diamond back moth and oriental fruit fly *etc*. Depending on the scale of the epidemics, there are four types of the pest management, namely: official control, cooperative control, integrated control and emergent control. Official control is a measure simply for the invasion of the quarantine pests. Cooperative control is applied when the pests is recognized as a nationwide pest and will seriously damage agriculture if no appropriate measures enforced. Currently there are six pests under this category. Finally, pesticide regulation also serves as a good administration measure for efficient and appropriate use of pesticides. This could be achieved through revising the law, limiting the number of the generic compounds, re-registration pesticides, and bring up incentives for manufacturers to become more competitive.

Key words: energy saving, carbon reduction, plant protection, pesticide reduction

作物抗病育種之現況與展望

林俊義[1,3]、陳甘澍[2]

[1] 亞洲大學健康學院

[2] 行政院農業委員會農業試驗所鳳山分所

[3] 連絡作者，電子郵件：yihlin@asia.edu.tw

摘　要

本文敘述自民國 89 年至 96 年間台灣地區各試驗改良場所育成之作物新品種及其特性，在這 8 年間總共育成 145 個新品種，其中具抗病性者有 77 個品種，佔新育成作物品種總數的 53% 之多。在水稻育種方面，主要進行抗稻熱病、白葉枯病、縞葉枯病之抗病育種，在此期間計育成 21 個品種，其中具有抗病性者共 15 個品種。雜糧作物育種方面，計育成甘藷、玉米、大豆、黑豆、紅豆落花生、蕎麥及薏苡等 17 個品種，其中有 13 個品種，分別對銹病、露菌病、白粉病、紫斑病、葉斑病、葉枯病、黑斑病及莖腐病等能抗其中 1 種或 2 種以上之病害。在特用作物育種方面，計育成仙草及山藥等 4 個品種，其中山藥 3 個品種對莖枯病具抗性。飼料作物方面，僅育成具抗銹病的尼羅草 1 個品種。在果樹育種方面，計育成 29 個品種，其中有 9 個品種具抗病性，分別抗黃葉病、萎凋病、花樟病、赤色病露疫病及褐根病等病害。在蔬菜育種方面，計育成 52 個品種，其中有 32 個品種分別能對下列所述病害種類抗 1 種或 2 種以上者，如：露菌病、白粉病、銹病、晚疫病、疫病、病毒病、蔓割病、萎凋病、青枯病、軟腐病、立枯病及根腐病等。在花卉育種方面，計育成 21 個品種，其中有 4 個品種具抗病或耐病性，分別對首腐病、灰黴病及青枯病具抗病性。培育抗病品種被認為是防治病害的最佳策略，不僅能有效降低農藥的使用，對環境生態的保育及國人健康皆有莫大裨益，未來宜加速選育質優、抗逆境及病蟲害的本土自有優良品種，以期提供農民種植及增加國人消費時的選擇機會。

關鍵詞：作物、水稻、雜糧作物、特用作物、飼料作物、果樹、蔬菜、花卉、病害、新育成品種、抗病育種

緒 言

台灣由於位處於亞熱帶及熱帶的特殊地理環境，一年四季極適合各項作物的種植，但由於氣候上屬於高溫多濕，病害特別容易繁衍滋生，生產各種作物時病害的發生相當普遍且種類繁多[7, 26, 39]。

在農藝及飼料作物方面，例如：水稻常見重要病害有稻熱病、紋枯病、白葉枯病、縞葉枯病[26, 44]；雜糧作物方面，大豆常見重要病害有露菌病、白粉病、銹病、紫斑病及細菌性斑點病[11, 12, 14, 15]，玉米常見重要病害有露菌病、銹病、莖腐病、葉斑病、煤紋病及病毒病[26,115]，落花生為露菌病、白粉病、銹病及葉斑病[26, 46]，紅豆常見重要病害有露菌病、白粉病、銹病、紫斑病及細菌性斑點病[12, 13, 14, 19]，薏苡常見重要病害為葉枯病，落花生為露菌病、白粉病、銹病及葉斑病[26,46]；特用作物方面，山藥常見重要病害有莖枯病[79, 80]；飼料作物方面，尼羅草常見重要病害有銹病[40]。

在園藝作物方面，例如：荔枝常見重要病害有露疫病及褐根病[42]，鳳梨為萎凋病、花樟病及赤色病[29]，番木瓜為輪點病毒病及疫病[26]，香蕉為黃葉病[26]，芒果為炭疽病[26]，百香果為病毒病[26]；茄科蔬菜常見之重要病害有病毒病、晚疫病、青枯病、根瘤線蟲、萎凋病及細菌性斑點病[2, 3, 5, 6, 24, 59, 60, 61, 62, 77, 78, 88, 91]，十字花科蔬菜為病毒病、軟腐病、黑腐病、根瘤病、黃葉病、露菌病、黑斑病及黑腳病[26]，葫蘆科蔬菜為病毒病、白粉病、露菌病、疫病、炭疽病、蔓枯病、蔓割病、果斑病及根瘤線蟲，豆科蔬菜為病毒病、銹病、白粉病、根腐病及萎凋病，蔥科蔬菜為銹病及病毒病[26]；唐菖蒲常見之重要病害有首腐病及灰黴病[111, 112]，聖誕紅常見重要病害為苗腐病、苗立枯病、灰黴病[71]，彩金蘭則為莖腐病[103]。

在各項作物主要病害種類中，一般而言由真菌引起的葉部病害，大致上可以藥劑加以防治，但在防治過程中若使用藥劑不當或過量，不但對防治者本身及消費者的健康有危害之虞，同時易污染週遭環境及破壞生態的

平衡，也增加生產成本的負擔。

一些由土壤傳播所引起的真菌性病害如蔓割病、萎凋病、根瘤病、根瘤線蟲及細菌性病害如青枯病等，無有效藥劑可供防治或防治的效果極為有限，而由病毒引起的病毒病則無藥劑可提供防治，被視為植物的絕症。因此，作物病害的發生已成當前台灣地區農作物生產的重要限制因子之一[7,26,39]。

作物病害的防治方法包括：法規防治方法、物理防治方法、耕作防治方法、生物防治方法、化學防治方法及綜合防治方法等[7,26,120]。其中在生物防治方法中的使用抗病品種，被認為是最安全且有效的病害防治方法[121]。

我國已於 2002 年正式加入 WTO，預期農產品開放進口的競爭壓力會隨著時間的增進而漸漸顯現，因而農業生產將無可避免接受更為嚴酷的挑戰。在國內消費者不斷重視與要求作物種類、數量及品質的提昇，同時對作物產品的安全性亦日益重視的前提下，進行作物的品種改良、更新及選育優質抗病的作物新品種已成現階段農業生產的重要研究課題。因此，如果能夠育成抗病品種提供農民種植，不僅可逐漸降低對化學農藥之依賴，減少破害生態的平衡，並能生產安全優質的作物品種，以保障國人的健康，同時確保我國農業得以永續經營及發展。

本文之主要目的乃在敘述自民國 89 年至 96 年間台灣地區各試驗改良場所育成之作物新品種及其特性，並著重於作物抗病品種育成方面之介紹，將近幾年來我國在作物抗病育種方面的成果展現給本國農民在種植作物時之選擇及學術研究之參考。

現階段我國作物抗病育種現況

茲僅將民國 89 年至 96 年，最近 8 年來我國各農業試驗改良場所結合各作物育種、病蟲害、土壤、肥料、生理、統計等研究人員夙夜匪懈、不辭辛勞、共同努力研發育成的新品種，依水稻、雜糧、特作、飼料、果樹、蔬菜及花卉等七項作物種類別，依序將其育種目標、成果及抗病種類介紹於后，以供全體農業研究人員參考，並作為未來作物抗病育種目標規劃之

依據。

一、水稻育種方面：

水稻目前仍是台灣最重要的農藝作物，然隨者時代的變遷及經濟的發展，國內稻作的發展目標遂由過去注重產量為主而轉至現階段強調品質的提昇，育種目標改以提昇品質為主，產量為輔並進策略，並在現今注重環境保育及農業永續發展的趨勢下，強調生產衛生、安全及優質稻米產品已成稻作產業努力研發新方向 [67,102]。

台灣稻作育種，始於西元 1895 年日本佔據台灣之後，由當時日本總督府進行有計畫的引種、選種及雜交育種工作，為台灣稻作品種改良奠立基礎，並使台灣從秈稻栽培地區，逐漸改變為以種植稉稻為主的地區。台灣水稻育種制度由光復至今，歷經多次變革，其中最大變革係於民國 74 年成立稻作育種小組，並自民國 75 起開始採行團隊育種的模式，將台灣各水稻育種改良場所間的界線打破，各改良場所水稻育種人員成為一體，充分發揮團隊精神，共同分工合作執行各項水稻育種計畫，有效促成國內水稻品種改良之合作整合及加速新品種育成之效率 [67]。

民國 89 年至 96 年合計 8 年期間，國內各農業試驗改良場所計新育成 21 個水稻品種，其中屬於稉稻有 13 個品種，秈稻 2 個品種，糯稻 6 個品種(表 1)。對病害具抗性的計有 15 個品種(表 2)，分別為「台農 71 號」[108]、台農 75 號 [109]、「桃園 1 號」[68]、「桃園糯 2 號」、「高雄 143 號」[35]、「台東 30 號」、「花蓮 19 號」、「台中 191 號」[48]、「台農秈 22 號」[70]、「台農糯 73 號」、「台南糯 10 號」[27]、「高雄秈糯 8 號」[10]、臺中秈糯 2 號 [90]、「花蓮 20 號」及「台南 11 號」[28]等；而對病害不具抗性的則有 6 個品種，分別為「桃園 3 號」[69]、「高雄 144 號」[9]、「高雄 145 號」[34]及「台東糯 31 號」[76] 、台農秈糯 21 號、台中 192 號 [17] 等。上述 15 個具抗病性的水稻新品種皆抗稻熱病，其中「台農 71 號」除抗稻熱病之外亦兼抗白葉枯病，「台農秈 22 號」兼具抗縞葉枯病及耐白葉枯病(表 2)，另有「桃園糯 2 號」、「台東 30 號」、「台農秈 22 號」、「桃園 3 號」及「台南糯 10 號」等 5 個品種兼具抗二化螟蟲、褐飛蝨、白背飛蝨及斑飛蝨等蟲害(表 2)，臺中秈糯 2 號兼具抗稻熱病、縞葉枯病、

白背飛蝨及斑飛蝨等蟲害(表 2)。有關抗白葉枯病之抗病性方面，僅農業試驗所在民國 90 年育成的「台農 71 號」及嘉義分所民國 93 年育成的「台農秈 22 號」等 2 個品種具有抵抗性(表 2)。至於縞葉枯病之抗性方面，則僅農業試驗所嘉義分所在民國 93 年育成的「台農秈 22 號」及 95 年台中區農業改良場育成之臺中秈糯 2 號等 2 個品種具有抵抗性(表 2)。

國內自民國七十年以來，所有水稻育種材料及種原均需針對稻熱病之抗病性進行檢定及篩選，因此目前育成的水稻品種大多數抗稻熱病，少數兼具抗其他種病蟲害[41]。而台灣從事稻熱病的抗病育種之研究，肇因於西元 1926 年日本據台時期種植的日本型水稻品種嚴重發生稻熱病，造成幾乎無收穫的重大損失，因此開啟稻熱病抗病育種的契機，至今有關稻熱病抗病育種之研究未曾間歇中斷，從早期民國 55 年的抗稻熱病品種「台南五號」，至今能不斷有新的抗稻熱病品種育成推出，然隨著新品種的產生，相對稻熱病原菌生理小種亦隨之而改變，不斷產生新的生理小種感染抗病品種，使抗病品種失去抗性而引發再度罹病，特別是在栽種單一種抗病品種的情形下，稻熱病原菌變異產生新的生理小種的機會就更大，而為防止新生理小種的快速產生，宜輪種不同抗病性的水稻品種或種植多品系與混合品種，使品種多樣化，可有效防止稻熱病的大流行。另農業試驗所嘉義分所於民國 88 年在稻熱病統一病圃進行抗性檢定時發現，一般秈稻對稻熱病之抵抗性遠較稉稻為強，尤其是在第一期作時期特別明顯[41]。

二、雜糧作物方面：

雜糧作物新育成的品種計有甘藷、玉米、大豆、黑豆、紅豆、落花生、蕎麥及薏苡等 18 個品種(表 1)。其中育成甘藷 3 個品種及毛豆 1 個品種，但不具任何抗病性；玉米 2 個品種，分別對露菌病、莖腐病、病毒病、銹病、葉斑病及煤紋病具抗病性(表 3)；大豆 3 個品種，分別對紫斑病、露菌病、白粉病及銹病具抗病性(表 4)；黑豆 1 個品種，對露菌病及紫斑病具抗病性(表 4)；紅豆 1 個品種，抗白粉病(表 4)；落花生 2 個品種，分別對銹病、葉斑病及黑斑病具抗病性(表 5)；薏苡 2 個品種，分別對葉枯病具抗病性(表 6)。茲將各育成品種之特性分述如下：

表 1. 民國八十九年至九十六年台灣各農業改良場所育成之作物新品種

Table 1. The list of new released crop varieties by the research institutes and districted agricultural improvement stations during 2000-2007 in Taiwan

作物種類 Kind of crops	育成品種及數目 Sorts and no. of new released varieties	品種數 Total	抗病品種數 Sorts and no. of disease resistance varieties	品種數 Total
水　　稻	稉稻(13)、秈稻(2)、糯稻(6)	21	稉稻(9)、秈稻(3)、糯稻(3)	15
雜　　糧	甘藷(3)、玉米(2)、大豆(3)、黑豆(1)、紅豆(2)、落花生(3)、薏苡(2)、蕎麥(1)	17	玉米(2)、大豆(3)、黑豆(1)、落花生(3)、薏苡(2)、紅豆(1)、蕎麥(1)	13
特　　作	仙草(1)、山藥(3)	4	山藥(3)	3
飼料作物	尼羅草(1)	1	尼羅草(1)	1
果　　樹	香蕉(4)、鳳梨(4)、荔枝(4)、楊桃(1)、葡萄(2)、番木瓜(1)、番荔枝(1)、番石榴(1)、印度棗(5)、梨(3)、桃(2)、桑樹（1）	29	香蕉(3)、鳳梨(2)、荔枝(1)、印度棗(3)	9
蔬　　菜	西瓜(3)、甜瓜(1)、胡瓜(1)、絲瓜(3)、苦瓜(4)、扁蒲(1)、番茄(13)、番椒（1）馬鈴薯(2)、茄子(1)、小白菜(2)、蘿蔔(1)、油菜（1）、菜豆(2)、豌豆(1)、毛豆(6)、青蔥(3)、莧菜(2)、芋(1)、蘆筍(1)、茭白（2）	52	西瓜(3)、甜瓜(1)、絲瓜(2)、冬瓜（1）、番茄(13)、番椒（1）、馬鈴薯(2)、茄子(1)、豌豆(1)、毛豆(5)、莧菜(2)	32
花　　卉	唐菖蒲(2)、菊花(3)、銀柳(1)、薑花(2)、聖誕紅(2)、長壽花(2)、海芋(2)、蝴蝶蘭(1)、火鶴花(3)、孤挺花(2)、彩金蘭(1)	21	唐菖蒲(1)、銀柳(1)、聖誕紅(1)、彩金蘭(1)	4
總品種數 Total		145		77

表 2. 新育成水稻品種之抗病種類及等級

Table 2. The kinds and level of disease resistance of new developed rice varieties

品　　種 Varieties	命名年 Year of Development	稻熱病[1] Rice blast	白葉枯病[2] Bacterial leaf blight of rice	縞葉枯病[3] Rice strips
台農 71 號	2001	R[4]	R	
桃園 1 號	2001	R		
桃園糯 2 號[7]	2002	R		
高雄 143 號	2002	R		
台東 30 號[8]	2002	R		
花蓮 19 號	2002	R		
台中 191 號	2003	R		
台農秈 22 號[9]	2004	R	T[6]	R
台農糯 73 號	2004	R		
桃園 3 號[10]	2004			
台南糯 10 號[11]	2004	R		
高雄秈糯 8 號	2004	R		
高雄 144 號	2004			
高雄 145 號	2004			
花蓮 20 號	2004	R		
台東糯 31 號	2005			
台南 11 號	2005	MR[5]		
臺中秈糯 2 號[10]	2006	R		R
台農 75 號	2006	R		
台中 192 號[10]	2007			
台農秈糯 21 號	2007			

註：1. *Pyricularia oryzae* Cavara.

2. *Xanthomonas campestris* pv. *Oryzae* (Ishiyama) Dye.

3. *Rice stripe virus*

4. R：Resistant

5. MR：Moderate resistant

6. T：Tolerant

7.抗二化螟蟲

8.對褐飛蝨、白背飛蝨抵抗性良好

9.抗褐飛蝨及斑飛蝨，對二化螟蟲略具容忍性

10.抗褐飛蝨、斑飛蝨及白背飛蝨

11.抗褐飛蝨

表 3. 新育成玉米品種之抗病種類及等級

Table 3. The kinds and level of disease resistance of new developed corn varieties

品　　種 Varieties	命名年 Year	露菌病[1] Downy mildew	銹病[2] Rust	莖腐病[3] Stem rot	病毒病[4] Virus	葉斑病[5] Southern leaf blight	煤紋病[6] Northern leaf blight
台南 22 號	2000	R[7]	R	R	R		
台農 4 號	2002		MR[8]			MR	MR

註：1. *Sclerospora sacchari* Miyake

2. *Puccinia sorghi* Schw.；*Puccinia polysora* Underw

3. *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.

4. *Maize dwarf mosaic virus*-B

5. *Cochliobolus heterostrophus* Drechsler.

6. *Setosphaeria turcica* (Luttr.) Leonard *et* Suggs

7. R：Resistant

8. MR：Moderate resistant

表 4. 新育成大豆、黑豆及紅豆品種之抗病種類及等級

Table 4. The kinds and level of disease resistance of new developed soybean, soya bean and small red bean varieties

品　　種 Varieties	命名年 Year	露菌病[1] Downy mildew	紫斑病[2] Purple blotch	銹病[3] Rust	病毒病[4] Virus	白粉病[5] Powdery mildew
大豆台南 4 號	2000	R[6]	R	R		
黑豆台南 5 號	2000	R	R		R	
大豆台南 6 號	2001	R	R	R		
大豆台南 7 號	2003	R	R	R		
紅豆高雄 8 號	2002					R
紅豆高雄 9 號	2007	R[6]		R		R

註：1. *Peronospora manchurica* (Naoum.) Syd.

2. *Cercospora kikuchii* (Mastsum. et Tomoy.) Saw.

3. *Phakopsora pachyrhizi* Syd

4.*Soybean mosaic virus*（SMV）

5. *Erysiphe pisi* DC.

6. R：Resistant

1. 甘藷：農業試驗所嘉義分所及桃園區農業改良場分別於民國 92 年 96 年育成甘藷「台農 72 號」､「桃園 3 號」及「台農 73 號」3 個品種。

（1）「台農 72 號」，商品名稱為「黃金甘藷」，株型半直立，葉形為心臟形，葉形粗大，塊根形狀紡垂形，皮色為身紅色，肉色為橙黃色，每公輕塊根產量約 30 公噸，本品種不僅適於食用且可作為烤藷之原料用。對軟腐病及病毒病呈感病或中感，蟻象危害率較「台農 57 號」為低[107]。

（2）「桃園 3 號」，商品名稱為「金寶甘藷」，莖紫紅色，葉綠色，心葉紅色，心臟形，葉緣缺刻；塊根紡錘形，表皮橙黃色，肉色橙紅色，公頃平均產量 27,012 公斤，胡蘿蔔素含量特高為 4327IU。本品系屬早熟品種，約 120 天即可採收，可避免東北季風危害。塊根切面色澤及食味口感佳，適於食用且可作為烤藷之原料用。塊根藷形整齊，塊根品質佳且產量穩定[118]。

（3）「台農 73 號」，商品名稱為「紫玉」，葉形為鼻形，綠色，塊根形狀為紡錘形，表皮為粉紅色，光滑，肉色為深紫色，秋作 150 天，鮮塊根花青素含量高，可作為保健食品食用，亦可作為烤薯或其他加工產品之原料[106]。

2. 玉米：台南區農業改良場與農業試驗所分別於民國 89 年及 91 年育成食用白玉米「台南 22 號」及食用白玉米「台農 4 號」2 個品種 (表 3)。

（1）食用白玉米「台南 22 號」具高產，鮮食品質及風味佳，穗型整齊，抗露菌病、莖腐病、病毒病及銹病[72]。

（2）食用白玉米「台農 4 號」植株外觀、株高及穗型整齊，穗長約 20 公分，行數 8 行居多，每公頃產量為 7395-8271 公斤，對南方型銹病、普通型銹病、葉斑病及煤紋病之抗性均為中等[115]。

3. 大豆：台南區農業改良場分別於民國 89 年､90 年及 9 2 年育成綠肥大豆「台南 4 號」､覆蓋兼綠肥用大豆「台南 6 號」及綠肥大豆「台南 7 號」等 3 個品種(表 4)。

（1）綠肥大豆「台南 4 號」，具籽粒小，鮮草量高，田間覆蓋期長，適

應性良好之特性，對紫斑病、露菌病及銹病皆具強抗病性[14]。

（2）覆蓋兼綠肥用大豆「台南 6 號」具有低矮匍匐，對雜草的抑制效果大，適合春、夏果園之草生栽培，能增加土壤有機物，改善土壤物理性，化學性及生物性，促使土壤微生物活動，有效維持地力之特性，對紫斑病、露菌病及銹病皆具強抗病性[15]。

（3）綠肥大豆「台南 7 號」，具初期生長勢強，植體鮮草量高，耐濕、耐旱及耐冷，對雜草抑制力強、生育期長達 200 天以上，田間覆蓋率完成，可做休耕田兩個期作之綠肥栽培或果園草生栽培，對紫斑病、露菌病及銹病皆具強抗病性[16]。

4. 黑豆：台南區農業改良場於民國 89 年育成黑豆「台南 5 號」1 個品種(表 4)。黑豆「台南 5 號」，為黃仁黑豆，籽粒大，蛋白質含量高，豐產，適合加工用，加工後蔭油品質極佳。對露菌病、紫斑病及病毒病具抗病性，但對銹病中感[51]。

5. 紅豆：高雄區農業改良場於民國 91 年及 96 年分別育成紅豆「高雄 8 號」及「高雄 9 號」2 個品種(表 4)。

（1）紅豆「高雄 8 號」具產量高、穩定性佳，種粒鮮紅、種皮薄、硬粒少、適合加工製餡，成熟期落葉性一致，不需要使用落葉劑，適合於機械採收。對白粉病具抗性，田間薊馬發生較輕[64]。

（2）紅豆「高雄 9 號」，商品名為「紅寶」，分支多、莢數多、產量高、穩定性佳，抗白粉病，籽粒大、品質佳、種粒紅、種皮薄、風味佳、適合加工製餡及整粒加工，農藝特性適合機器栽培[65]。

6. 落花生：花蓮區農業改良場與農業試驗所於民國 9 3 年分別育成落花生「花蓮 2 號」及落花生「台農 7 號」2 個品種（表 5）。

（1）「花蓮 2 號」，商品名稱為「三莢公」，屬於瓦倫西亞型，植株直立，株高較矮，大莢，多粒，適合鮮食及加工用，對銹病及葉斑病略具抗病性，田間罹病情形較為輕微()。

（2）「台農 7 號」，商品名稱為「珍甜」，屬於西班牙型，株型直立，籽粒具鮮甜、Q 香風味，大莢大粒，適合鮮食及加工用，對銹病、葉斑病及黑斑病不具抗性，屬於感病等級[46]。

（3）「台農 9 號」，產量高，莢果小，籽粒小，春作籽粒產量平均 2,390kg/ha，秋作平均 1,967kg/ha，均較對照品種台南 11 號增產。油份高適合能源用，較抗莢果黑斑病。植株高度適中，莢果集中，適合機械採收[83]。

7. 薏苡：台中區農業改良場分別於民國 95 年及 9 7 年育成薏苡「臺中 2 號」及薏苡「臺中 3 號」2 個品種 (表 6)。

（1）薏苡「臺中 2 號」，株高及最低穗位較低，較能耐倒伏，適合機械收穫。稔實率較高，中抗葉枯病，可減少罹病損失。籽實產量比臺中 1 號高且穩定性佳。糙薏仁蛋白質、纖維、灰分及薏仁酯含量較高，有益人體健康[73]。

（2）薏苡「臺中 3 號」，商品名為「薏光」，每平方公尺枝數較多，稔實率較高及千粒重較重，有益提高單位面積產量。抗葉枯病，可減少罹病損失。籽實產量高且穩定性佳。糙薏仁脂肪、薏仁酯及鈣、鎂、鐵、鋅含量較高，有益人體健康[75]。

8. 蕎麥：台中區農業改良場於民國 97 年育成蕎麥「臺中 3 號」1 個品種 (表 7)。 蕎麥「臺中 3 號」，商品名為「綠甄」，鈍感、適應性廣，早熟 80 日，能適合秋冬裡作栽培。抗白粉病，成熟期較一致。株高較低，較能耐倒伏。千粒種較重。子實富含芸香苷、檞皮素、鎂、鉀、鐵等礦物元素，有益人體健康[74]。

三、特用作物方面：

特用作物僅有仙草及山藥等 2 種作物計 4 個新品種之育成（表 1），其中山藥「花蓮 3 號」及「台農 5 號」對莖枯病具抗性。仙草育種目標是以乾株產量高及凝膠強度高為主要選育方向。山藥育種目標則以塊莖黏度高、品質佳、產量穩定之長形山藥 並兼具抗莖枯病。茲將各育成品種之特性分述如下：

1. 仙草：桃園區農業改良場於民國 90 年育成仙草「桃園 1 號」1 個品種，匍匐性株型，株長可達 145.9 公分，株高在 28 公分以下，嫩莖為

綠色，成熟時日照部份轉為紫紅色，葉為橢圓形，葉緣缺刻深，葉長平均為 6.30 公分，葉寬平均為 3.44 公分，單葉葉面積為 $13.01cm^2$。初期生長較慢、中後期生長快速，凝膠強度高，具抗氧化作用，乾株產量每公頃為 5900~7912 kg，但對其他病害不具抗病性[36]。

2. 山藥：花蓮區農業改良場與桃園區農業改良場分別於民國 90 年及 93 年育成山藥「花蓮 3 號」與山藥「桃園 4 號」2 個品種（表 8）。

（1） 山藥「花蓮 3 號」，商品名稱為「長白山藥」，塊莖形狀為長圓柱形，長可達 1 公尺多，肉質為白色、富黏性、具豐產、品質佳、耐儲藏，抗莖枯病[79,80]。

（2） 山藥「桃園 4 號」，商品名稱為「白金山藥」，塊莖形狀為長條形，長約為 119-169 公分，表皮黃褐色、肉色雪白、質地細緻、黏度高、產量高、每公頃塊莖產量為 42,144 公斤[119]。

（3） 山藥「台農 5 號」，商品名稱為「紅龍」，是第一個台灣原生紅肉山藥命名品種，塊莖具紫紅肉、長形、高產、優質，紫紅色花青素高含量，且具有口感細緻等優良特性[94]。

四、飼料作物方面：

尼羅草：畜產試驗所於民國 90 年育成尼羅草「台畜草 1 號」1 個品種（表 1）。尼羅草「台畜草 1 號」，其植株莖稈直立、葉片向上生長，相互遮蔭少，收穫時全株仍鮮綠，老化葉少，可製成色澤光亮、品質佳之乾草或青貯料，粗蛋白質含量較高，中洗纖維，酸洗纖維較低，具有較高的營養成分及可消化之乾物量；且其地下莖發達，培植時植株可快速旺盛叢生，在青割收穫後，亦能迅速再生茁壯，耐低溫，冬季在有水灌溉情形下仍能正常生長，全年鮮草產量可達 186 公噸[40]。植株抗銹病（表 9）。

表 5. 新育成落花生品種之抗病種類及等級

Table 5. The kinds and level of disease resistance of new developed peanut varieties.

品 種 Varieties	命名年 Year	銹病[1] Rust	葉斑病[2] Brown leaf spot	黑斑病[3] Leaf spot
花蓮 2 號	2004	LR[4]	LR	
台農 7 號	2004	S[5]	S	S
台農 9 號	2007	S[4]	S	R[5]

註：1. Puccinia arachidis Speg.

2. Mycosphaerella arachidicola (Hori) Jenk

3. Mycosphaerella berkeleyii Jenkins.

4. LR：Low resistant

5.S：Susceptable

表 6. 新育成薏苡品種之抗病種類及等級

Table 6. The kinds and level of disease resistance of new developed Job's tears varieties

品 種 Varieties	命名年 Year	露菌病[1] Downy mildew	紫斑病[2] Purple blotch	銹病[3] Rust	病毒病[4] Virus	白粉病[5] Powdery mildew
臺中 2 號	2006	R	R	R		
臺中 3 號	2008					R

註：1. *Peronospora manchurica* (Naoum.) Syd.

2. *Cercospora kikuchii* (Mastsum. et Tomoy.) Saw.

3. *Phakopsora pachyrhizi* Syd

4.*Soybean mosaic virus*（SMV）

5. *Erysiphe pisi* DC.

6. R：Resistant

表 7. 新育成蕎麥品種之抗病種類及等級

Table 7. The kinds and level of disease resistance of new developed buckwheat variety

品 種 Varieties	命名年 Year	白粉病[1] Powdery mildew
臺中 3 號	2008	R[2]

註：1. *Erysiphe pisi* DC.

2. R：Resistant

表 8. 新育成山藥品種之抗病種類及等級

Table 8. The kinds and level of disease resistance of new developed yam varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	莖枯病[1] Stem blight
花蓮 3 號	2001	R[2]
桃園 4 號	2003	
台農 5 號	2007	R[2]

註：1. *Phoma diascoreae*.

2. R：Resistant

表 9. 新育成尼羅草品種之抗病種類及等級

Table 9. The kinds and level of disease resistance of new developed nilegrass variety

品　種 Varieties	命名年 Year	銹病[1] Rust
台畜草 1 號	2003	

註： 1.*Puccinia sp.*

2. R：Resistant

五、果樹作物方面：

果樹新育成的品種計有香蕉、鳳梨、荔枝、楊桃[(95)]、番木瓜、番荔枝[(81)]、印度棗[(30,31)]、梨[(37,92,93)]、荔枝[(41,99,100)]、葡萄、番石榴[(116)]、桃及桑樹等 30 個品種（表 1），其中育成 3 個香蕉品種對黃葉病具中至強抗病性（表 10），2 個鳳梨品種分別對萎凋病、花樟病與赤色病具抗性（表 11），1 個荔枝品種對露疫病及褐根病稍具抗病性（表 12），3 個印度棗品種對白粉病具中抗病性（表 13），其餘 21 個新育成的果樹品種則不具任何抗病性。茲將各育成品種之特性分述如下：

1. 香蕉：香蕉育種目標是以抗病（黃葉病）、豐產、矮性、果形佳、果串整齊及品質優為主[(117)]。台灣香蕉(北蕉、仙人蕉)黃葉病早於民國 56 年在屏東縣林邊地區被發現，病原菌經鑑定為 *Fusarium oxysporum*

f. sp. *cubense* race 4，為一新生理小種，其寄主範圍可感染所有的華蕉品種(Cavendish)。為有效解決香蕉黃葉病的問題，財團法人香蕉研究所利用香蕉組織培養變異(somaclonal variation)之特性，從感病品種「北蕉」之組培苗中選育出 12 個抗病品系，其中一個具有中度抗病性之品系「GCTCV-215-1」於民國 81 年命名「台蕉一號」，推廣 1,000 公頃，田間調查結果顯示種植「台蕉一號」之病園發病率由以往之 30 %以上降至 6 %左右。民國 89 年由「台蕉一號」組織培養苗建立的香蕉園中，選育出中矮性並耐黃葉病的「台蕉三號」。民國 91 年又從「北蕉」體細胞變異組培苗中選獲優於「台蕉一號」之兼具抗黃葉病及豐產特性的「寶島蕉」新抗病品種，經評估其平均發病率 5%以下，生育期約一年，雖較目前普遍栽植之北蕉約遲一個月採收，但產量高出北蕉約 20%[101]。財團法人香蕉研究所又於 96 年育成「台蕉 5 號」及「台蕉 6 號」二個品種。「台蕉 5 號」，中文俗稱為「玉山」，株高約 250~280 cm，高屏地區自種植至採收日數約 11-12 個月，周年均可種植，在 18℃低溫催熟條件下，香蕉轉色均勻，風味品質及口感均佳，櫥架壽命約 4.5 天，對香蕉黃葉病具中抗性()。另一豐產優良新品種為「台蕉 6 號」，中文俗稱為「玉豐」則不抗黃葉病，不宜在病園種植，可在新地或經與水稻等水生作物或輪作或浸水二年至三年的田間種植()。上述 5 個香蕉抗黃葉病新品種之育成，對穩定台灣香蕉生產及外銷產業，可說貢獻良多且重大。

2. 鳳梨：鳳梨育種目標是以植株矮、葉緣無刺、果型整齊、大果、高品質、抗病、耐旱，並適於鮮食及加工用之品種為主[117]。農業試驗所嘉義分所與鳳山分所分別在民國 89-94 年間，育成鳳梨「台農 18 號」[43]、「台農 19 號」、「台農 20 號」及「台農 21 號」等 4 個品種。其中嘉義分所於民國 93 年育成的鳳梨「台農 19 號」，商品名稱為「蜜寶」，對萎凋病略具抗性，田間罹病率極低；鳳山分所於民國 93 年育成的鳳梨「台農 20 號」，商品名稱為「牛奶」，較一般鳳梨品種不易感染花樟病及赤色病[29]。

表 10. 新育成香蕉品種之抗病種類及等級

Table 10. The kinds and level of disease resistance of new developed banana varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	黃葉病[1] Fusarium wilt
台蕉 3 號	2000	R[2]
寶島蕉	2002	R
台蕉 5 號	2007	R
台蕉 6 號	2007	

註：1. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4

2. R：Resistant

表 11. 新育成鳳梨品種之抗病種類及等級

Table 11. The kinds and level of disease resistance of new developed pineapple varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	花樟病[1] Marbling disease	赤色病[2] Pink disease	萎凋病[3] Mealybug wilt
台農 18 號	2000			
台農 19 號	2004			T[4]
台農 20 號	2004	T	T	
台農 21 號	2005			

註：1. *Erwinia ananas pv.ananatis* (Serrano) Mergaert *et al*.

2. *Acetobacter aceti* (Pasteur) Beijerinck

3. *Pineapple mealybug wilt-associated virus* (PMWaV)

4. T：Tolerant

3. 荔枝：荔枝育種目標是以不同成熟期、高品質、高小核率、豐產及果色鮮豔為主(117)。農業試驗所嘉義分所於民國 93 年育成荔枝「台農 1 號」1 個品種，商品名稱為「翠玉」，具高小核率、品質佳、產量高且穩定及對露疫病與褐根病發生較少之特性(42)。農業試驗所鳳山分所於民國 95 年育成荔枝「台農 2 號」，商品名稱為「旺荔」，可提前產期 2 週，產期在高屏地區為 5 月上、中旬（恆春則自 4 月下旬起），可完全與玉荷包品種產期錯開，為百分之百小核，糖度在 18-20°Brix 間，

果肉率（可食用部分）76.8%[100]。嘉義分所於民國 95 年育成荔枝「台農 3 號」，商品名稱為「玫瑰紅」，果大、果重可達 30 公克（一般為 25 公克左右）；果皮鮮紅美豔，果皮縫合線明顯，果皮易從縫合線剝開，且剝開後果肉易從果蒂脫落，食用時果肉及果汁不沾手，果肉細緻口感 Q，果肉具有如玫瑰般的特殊香氣，為晚熟種，較黑葉晚 2~3 週[41]。鳳山分所於民國 96 年育成荔枝「台農 4 號」，商品名稱為「吉荔」，屬巨型果，果肉肉質優，糖度可高達 17.8°Brix，果肉豐厚，成熟果色呈紫紅色非常豔麗，唯一與玉荷包不同的是種子較大為「大核」，產期在高屏地區約在 6 月上旬，中部地區則 6 月下旬至 7 月中下旬，著果後果實垂直懸掛，不貼近葉片，在藥劑防治病蟲害時噴藥死角少，防治效果提高[99]。

表 12. 新育成荔枝品種之抗病種類及等級

Table 12. The kinds and level of disease resistance of new developed lychee variety

品　種 Varieties	命名年 Year	露疫病 [1] Downy blight	褐根病 [2] Brown root rot
台農 1 號	2004	T[3]	T
台農 2 號	2006		
台農 3 號	2006		
台農 4 號	2007		

註：1. *Peronophythora litchii* (Chen) Ko ex *et al*

2. *Phellinus noxius* (Corner) G. H. Cunningham

3. T：Tolerant

4.木瓜：木瓜育種目標是以豐產、高品質、矮性、早熟、抗病蟲害（以病毒病為主）及耐儲藏為主[117]。種苗改良繁殖場於民國 94 年育成木瓜「種苗 7 號」，為 100% 全兩性株，果實呈梨形，果重 500 公克，果肉顏色橙紅，可溶性固形物 13.1 °Brix，但不抗瓜輪點病毒，需行網室倒株栽培。

木瓜輪點病毒（*Papaya ringspot virus*, PRSV）為世界上亞熱帶及熱帶木瓜栽培之主要限制因子，民國 64 年在國內發現本病後，隨木瓜苗迅速蔓延到台灣地區各地，每年造成之農業損失超過新台幣

四億元以上，台灣傳統木瓜的生產曾因此而幾乎完全停止。幸賴國內農業試驗研究單位研發成功並推廣新的網室栽培技術，有效避免媒介昆蟲─蚜蟲的傳病，並且配合健康種苗之應用，才恢復部份生產。農業試驗所鳳山分所於民國 76 年利用雜交育種方法育成台灣第一個耐木瓜輪點病毒的「台農 5 號」，本品種除具早生、矮生、耐木瓜輪點病毒外，尚可抗紅蜘蛛為害等特性，但由於「台農 5 號」品質較不理想，市場上較不受歡迎，加上網室木瓜栽培技術的成熟穩定及盛行栽培，目前已較少栽培，目前該分所亦積極進行品質優且抗病的其他木瓜新品種的選育工作，其中 TL × 90-9 及 34-3 × 90-9 兩個雜交新組合，結果性佳、產量高、品質及風味亦佳，田間幾乎無罹病株之發生。

近年來由於植物組織培養技術的大幅提昇，以及植物基因轉殖技術的突破，將病毒基因體的一部份轉移至寄主植物染色體內，以達到抗病毒感染的目的，開啟了防治木瓜輪點病毒及抗病育種的另一嶄新的途徑。中興大學葉錫東教授，首先分離本島典型嵌紋型病毒 PRSV YK，經由鞘蛋白基因選殖、解序後，將其送入 Ti 質體，再轉型入農桿菌(*Agrobacterium tumifaciens*)中，歷經多年的努力，克服了木瓜轉型、組培再生等種種困難，成功地產生了高度抗病的轉基因木瓜品系(25, 122, 123)。這些轉基因品系已獲得農委會的許可，於民國 85 年起即在農業試驗所轉基因作物專用之隔離試驗田完成四次田間試驗，結果顯示抗病效果極佳，此為國內首宗轉基因作物的田間試驗許可，目前只待相關法規完備後，完成命名及技術移轉的手續，便可正式商品化上市。另葉錫東教授最近在台中、嘉義、台東及高雄等地發現並分離到木瓜畸葉嵌紋病毒（*Papaya leaf-distortion mosaic virus*, PLDMV）新病毒株系，並認為此一新病毒將來勢必成為抗輪點病毒轉基因木瓜的重大威脅，現正進一步同時將木瓜輪點病毒及木瓜畸葉嵌紋病毒兩種病毒的鞘蛋白基因一齊轉入木瓜，以期獲得雙重抗病之轉基因木瓜品系，目前已有突破性之進展，將來轉基因所育成的轉基因木瓜，不但能有效地抵抗本

土木瓜輪點病毒的危害，更具有廣泛抵抗來自國外（夏威夷、泰國及墨西哥）不同病毒分離株的能力[124]。

5. 印度棗：高雄區農業改良場分別育成「高雄 5 號」及「高雄 6 號」印度棗品種，農業試驗所育成「台農 4 號」印度棗品種，此 3 個品種對白粉病皆具抗性。

(1)「高雄 5 號」，商品名稱為「青蜜」，產期自 12 月至 3 月，糖度 12-14 °Brix，酸度低，對白粉病具中抗性且產量高[33]。

(2)「高雄 6 號」，商品名稱為「甜心」，糖度 12-13.5 °Brix，果皮果細緻爽口，無留皮感，適口性佳，對白粉病具中抗性[32]。

(3)「台農 4 號」，商品名稱為「青龍」，果實平均糖度 13.8 °Brix，結果枝無刺或僅具少許中等長度之軟刺，方便田間管理作業，果實極大（重），成熟期晚，生育日數長，對白粉病具中抗性，豐產性高[45]。

表 13. 新育成印度棗品種之抗病種類及等級

Table 13. The kinds and level of disease resistance of new developed Indian jujube varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	白粉病 Powdery mildew
台農 4 號	2007	中抗
高雄 5 號	2007	中抗
高雄 6 號	2007	中抗

6. 葡萄：臺中區農業改良場 95 年育成葡萄「台中 1 號」，果皮黃綠色、果粒橢圓形、具有麝香味，屬於歐美雜交種，主要用途為加工。農業試驗所於民國 96 年育成葡萄「台農 1 號」，商品名稱為「春峰」，花穗多，生長勢強，平均果重約 8-9g，可溶性固形物高，可達 18° Brix 以上，有種子，深紫黑色，轉色佳，果粉厚，具香味，鮮食用，同時修剪，成熟期較‘巨峰’葡萄為早。

7. 番石榴：農業試驗所鳳山分所於民國 95 年育成番石榴「台農 1 號」，商

品名稱為「帝王拔」，生長勢稍強， 植株修剪後易抽生結果枝，著果穩定，果實外觀凹凸明顯，果肉極脆，甜中帶酸，糖度最高可達 21°Brix，維生素 C 含量高(88-266mg/100g)，具極佳之抗氧化性。果實較耐貯運，1℃及 5℃貯藏壽命 3-4 週 ，櫥架壽命長，可供外銷[116]。

8. 桑樹：苗栗區農業改良場於民國 95 年育成「苗栗 1 號」，商品名稱為「紫蜜」，為果桑品種，成熟果實紫黑，單粒果重高(約 5.5g)，可滴定酸高(約 1.0%)，可溶性固形物含量高（約 6.9°Brix）。

六、蔬菜作物方面：

蔬菜新育成的品種計有西瓜、甜瓜、絲瓜、苦瓜、冬瓜、扁蒲、番茄、番椒、馬鈴薯、茄子、小白菜、油菜[113]、蘿蔔、菜豆[52,53,54]、豌豆、毛豆、青蔥、莧菜、芋、蘆筍及茭白筍等 52 個品種，其中對病害具抗性的品種計有 31 個品種，包括西瓜 3 種、甜瓜 1 種、絲瓜 2 種、冬瓜 1 種、番茄 13 種、番椒 1 種、馬鈴薯 2 種、茄子 1 種、豌豆 1 種、毛豆 4 種及莧菜 2 種（表 1）。依上述蔬菜類別及其具抗病害的種類，大致可區分為下列幾項大宗蔬菜：在葫蘆科蔬菜（西瓜、甜瓜、絲瓜、苦瓜、冬瓜）方面，以選育能抗蔓割病、萎凋病及病毒病其中的一種或二種以上病害為其主要抗病育種目標；而在茄科蔬菜（番茄、馬鈴薯、茄子）方面，亦以選育能抗病毒病、萎凋病、青枯病及晚疫病其中的一種或二種以上病害為其主要抗病育種目標；在豆科蔬菜（菜豆、豌豆、毛豆）方面，以選育抗白粉病為主要育種目的；在蔥科蔬菜（青蔥）以選育抗軟腐病為主；莧科蔬菜（莧菜）則以抗白銹病為其抗病育種主要目標。由於蔬菜新育成品種數及種類較多，茲僅將具有抗病性之品種特性及抗病害種類介紹於下：

1. 西瓜：農業試驗所與高雄區農業改良場分別於民國 92 年及 93 年育成西瓜「台農 6 號」、「台農 7 號」及「澎湖 5 號」等 3 個品種（表 14）。

（1）西瓜「台農 6 號」，商品名稱為「紅蜜」，果皮青綠色，有條斑，果肉深紅色，果重 4.8 公斤，糖度為 11.8-12.2 °Brix，果皮硬耐儲

藏，對蔓割病具強抗病性[19]。

（2）「台農 7 號」，商品名稱為「小甜甜」，為早生，橢圓形小型果，果重 2.8 公斤，果肉深紅色，多汁味甜，糖度平均可達 12.2°Brix，耐儲藏，對蔓割病具中等抗性[20]。

（3）黃皮嘉寶瓜「澎湖 5 號」，商品名稱為「黃金寶」，果皮黃色，果型整齊，果肉橙黃色，多汁味甜，糖度佳，種子數少，果小型適合小家庭消費，富含豐富 k 元素及膳食纖維，抗 CMV，但不抗 ZYMV 及 PRW-V[38]。

2. 洋香瓜：農業試驗所於民國 94 年育成洋香瓜「台農 10 號」1 個品種（表 15）。洋香瓜「台農 10 號」，果形大小適中，果重 1.5-1.7 公斤，果型為球形，網紋細緻優美，果皮濃綠色，果肉淡綠，肉質多汁，食味佳，櫥架壽命長，抗白粉病（*Sphaerotheca fuliginea* race 1）[8]。

3. 絲瓜：農業試驗所與高雄區農業改良場分別於民國 90 年及 94 年育成絲瓜「台農 1 號」及「高雄 2 號」2 個品種（表 16）。

（1）絲瓜「台農 1 號」屬於圓筒絲瓜，植株生長強健，早生，節成性強，果實端正，果色鮮綠，肉質細嫩翠綠，煮後果肉不易變黑，具有稜角絲瓜的優良品質，對日照長短不敏感，抗 ZYMV、PRV-W 及 MVbMV 病毒病[89]。

（2）絲瓜「高雄 2 號」，商品名稱為「秋綠」，具早熟，節成性，果肉煮後完整、肉色翠綠不褐化，食味優良，長日下結果率仍高、不易裂果，豐產，對萎凋病具中等抗病性[114]。

4. 冬瓜：農業試驗所於民國 95 年育成「台農 2 號」1 個品種（表 17）。「台農 2 號」，果型細長，無果粉，果實橫切面實心，果皮綠色並具白色斑紋，果實縱徑 74 公分，橫徑 15 公分，果肉厚 5.3 公分，果重 11 公斤，抗木瓜輪點病西瓜系統(PRSV-W)、胡瓜綠斑嵌紋病毒(CGMMV)，中抗胡瓜嵌紋病(CMV)、矮南瓜黃化嵌紋病毒(ZYMV)、西瓜銀斑紋病毒(WSMoV)及瓜類蚜媒黃化病毒(CABYV)[23]。

表 14. 新育成西瓜品種之抗病種類及等級

Table 14. The kinds and level of disease resistance of new developed watermelon varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	蔓割病[1] Fusarium wilt	胡瓜嵌紋病毒病[2]（CMV）
台農 6 號	2003	R[3]	
澎湖 5 號	2003		R
台農 7 號	2004	MR[4]	

註：1. *Fusarium oxysporum* f. sp *niveum* (Smith) Snyder et Hansen

2. *Cucumber mosaic virus*

3. R：Resistant

4. MR：Moderate resistant

表 15. 新育成甜瓜品種之抗病種類及等級

Table 15. The kinds and level of disease resistance of new developed muskmelon variety

品　種 Varieties	命名年 Year	白粉病[1] Powdery mildew
台農 10 號	2005	R[2]

註：1. *Sphaerotheca fuliginea* race 1

2. R：Resistant

表 16. 新育成絲瓜品種之抗病種類及等級

Table 16. The kinds and level of disease resistance of new developed vegetable sponge varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	矮南瓜黃化[1]嵌紋病毒 ZYMV	木瓜輪點毒素[2]病-西瓜系統 PRV-W	甜瓜綠斑嵌[3]紋病毒 MVbMV	萎凋病[4] Fusarium wilt
台農 1 號	2001	R[5]	R	R	
高雄 2 號	2005				MR[6]

註：1. *Zucchini yellow mosaic virus*

2. *Papaya ring spot virus*

3. *Melon vein-banding mosaic virus*

4. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerium*

5. R：Resistant

6. MR：Moderate resistant

表 17. 新育成冬瓜品種之抗病種類及等級

Table 17. The kinds and level of disease resistance of new developed Wax gourd variety

品　種 Varieties	命名年 Year	矮南瓜黃化[1] 嵌紋病毒 ZYMV	木瓜輪點毒素[2] 病-西瓜系統 PRSV-W	胡瓜綠斑嵌[3] 紋病毒 CGMMV	胡瓜嵌 紋病毒[4] CMV	西瓜銀斑紋 病毒[5] WSMoV	瓜類蚜媒黃 化病毒[6] CABYV
台農2號	2006	MR[8]	R[7]	R	MR	MR	MR

註：1. *Zucchini yellow mosaic virus*　2. *Papaya ring spot virus*

3. *Cucummber green mottle mosaic virus*　4. *Cucumber mosaic virus*

5. *Watermelon silver mottle virus*　6. *Cucurbit Aphid-Borne Yellow Virus*

7. R：Resistant　8. MR：Moderate resistant

5. 番茄：桃園區農業改良場、台中區農業改良場、種苗改良繁殖場、台南區農業改良場及花蓮區農業改良場分別於民國90-97年間先後育成番茄「台中亞蔬 10 號」、「台南亞蔬 11 號」、「台南 12 號」、「花蓮亞蔬 13 號」、「花蓮亞蔬 14 號」、「花蓮亞蔬 17 號」、「花蓮亞蔬 18 號」、「種苗亞蔬 15 號」、「台南亞蔬 19 號」、「種苗 16 號」、「桃園亞蔬 20 號」、「花蓮亞蔬 21 號」及「種苗亞蔬 22 號」等 14 個品種（表 18 及表 19）。

(1)「台中亞蔬 10 號」，商品名稱為「愛蘭黑柿」，具耐熱及高溫結果性，非停心性，生育旺盛，葉覆蓋性優，果實圓形，未熟果果肩濃綠色，成熟果紅色，果重 164 公克，硬度高，糖度為 5.0˚Brix，抗蕃茄嵌紋病毒（ToMV）及中抗青枯病及萎凋病（race 1）[24,59]。

(2)「台南亞蔬 11 號」，商品名稱為「夏艷」，為紅色小果番茄，耐熱性強，夏季結果率約 50% ，半停心型，生長勢強盛，葉覆蓋性優，果實為長橢圓形，成熟果紅色，平均果重 10.4 公克，硬度高，裂果性輕微，糖度為 6.45˚Brix，抗菸草嵌紋病毒（TMV race1）及萎凋病（race1 及 race2）[5,60]。

(3)「台南 12 號」，商品名稱為「金艷」，為黃色小果番茄，半停心型，生長勢強盛，葉覆蓋性優，耐熱性強，夏季結果率約 40% ，果實

為長橢圓形，成熟果黃色，平均果重 12.1 公克，硬度高，裂果性輕微，糖度為 7.5°Brix，抗萎凋病 race1[6]。

（4）「花蓮亞蔬 13 號」，為黃色小果番茄，非停心型，果形橢圓形，成熟果桔黃色，平均果重 13 公克，糖度為 6.7-7.2°Brix，風味佳，質地口感脆，硬度高，不易裂果，富含β-胡蘿蔔素，抗萎凋病及蕃茄嵌紋病毒（ToMV）[61,62,88]。

（5）「花蓮亞蔬 14 號」，為黃色小果番茄，非停心型，生長勢強盛，葉覆蓋性優，果形橢圓形，成熟果桔黃色，平均果重 13.2 公克，果實硬度高，肉質脆，果肉壁厚，耐運輸，裂果性輕微，果穗成串性良好，適合成串採收，糖度為 6.7°Brix，富含β-胡蘿蔔素，抗菸草嵌紋病毒（TMV race O, OY, 1）及萎凋病（race1 及 race2）[63,84,85,86]。

表 18. 新育成番茄品種之抗病種類及等級（2000-2005 年）

Table 18. The kinds and level of disease resistance of new developed tomato varieties (2000-2005)

品　種 Varieties	命名年 Year	蕃茄嵌紋病毒[1] ToMV	菸草嵌紋病毒[2] TMV	萎凋病[3] Fusarium wilt	青枯病[4] Bacterial wilt
台中亞蔬 10 號	2001	R[5]		MR[6]	MR
台南亞蔬 11 號	2002		R	R	
台南 12 號	2003			R	
花蓮亞蔬 13 號	2003		R	R	
花蓮亞蔬 14 號	2004	R		R	

註：1. *Tomato mosaic virus*

2. *Tobacco mosaic virus*

3. *Fusarium oxysporum* (Schl.) f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder *et* en（race1 or race 2）

4. *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.*（race 1 or race 2）

5. R：Resistant

6. MR：Moderate resistant

表 19. 新育成番茄品種之抗病種類及等級（2006-2007）

Table 19. The kinds and level of disease resistance of new developed tomato varieties （2005-2006）

品 種 Varieties	命名年 Year	蕃茄嵌紋病毒[1] ToMV	蕃茄捲葉病毒[2] ToLVC	萎凋病[3] Fusarium wilt	青枯病[4] Bacterial wilt	晚疫病 Late blight
花蓮亞蔬 14 號	2006	R[5]		R		
花蓮亞蔬 17 號	2006	R		R		R
花蓮亞蔬 18 號	2006	R	R	R		
種苗亞蔬 15 號	2006	R	R	R	R	
台南亞蔬 19 號	2006	R	R	R		
種苗 16 號	2006			R	MR[6]	
桃園亞蔬 20 號	2006	R	R	R	R	
花蓮亞蔬 21 號	2006	R	R	R	MR	

註：1. *Tomato mosaic virus*

2. Tomato leaf curl virus

3. *Fusarium oxysporum* (Schl.) f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder *et* en（race1 or race 2）

4. Bacterial wilt

5. R：Resistant

6. MR：Moderate resistant

(6)「花蓮亞蔬 17 號」，為紅色大果番茄，非停心型，生長勢強盛，果形圓球形，成熟果紅色，平均果重 145 公克，果實硬度中等，抗晚疫病(*Ph*-3 基因)、蕃茄嵌紋病毒（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 及 *I*-2 基因）[39]。不易發生日燒病、筋腐病。

(7)「花蓮亞蔬 18 號」，為紅色大果番茄，非停心型，生長勢強盛，果形微扁形，成熟果紅色，平均果重 142 公克，果實硬度高，抗蕃茄捲葉病毒病(具 *Ty*-2 基因)、蕃茄嵌紋病毒（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 基因）。不易發生日燒病、筋腐病。

(8)「種苗亞蔬 15 號」，為紅色中果番茄，非停心型，生長勢中等，耐

熱性強，果形圓球形，成熟果紅色，平均果重 141 公克，果實硬度高，抗青枯病、蕃茄捲葉病毒病(*Ty*-2 基因)、蕃茄嵌紋病毒病（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 基因）[55]。

（9）「台南亞蔬 19 號」，為紅色小果番茄，耐熱性強，半停心型，生長勢強盛，葉覆蓋性優，果實為橢圓形，成熟果紅色，平均果重 13.5 公克，硬度中等，抗蕃茄捲葉病毒病(*Ty*-2 基因)、蕃茄嵌紋病毒病（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 及 *I*-2 基因）。

（10）「桃園亞蔬 20 號」，為紅色大果番茄，非停心型，生長勢強，果形高球形，成熟果紅色，平均果重 165 公克，果實硬度中等，抗蕃茄捲葉病毒病(*Ty*-2 基因)、蕃茄嵌紋病毒病（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 及 *I*-2 基因），中抗青枯病[18]。

（11）「花蓮亞蔬 21 號」，為橙色小果番茄，耐熱性中等，非停心型，生長勢強盛，果實為橢圓形，成熟果橙色，平均果重 13.5 公克，硬度高，不易裂果，富含 β-胡蘿蔔素，抗蕃茄捲葉病毒病(*Ty*-2 基因)、蕃茄嵌紋病毒病（*Tm*-2^a 基因）及萎凋病（*I*-1 及 *I*-2 基因），中抗青枯病[87]。

6. 番椒：種苗改良繁殖場於民國 95 年育成及「種苗 1 號」1 個品種（表 20）。「種苗 1 號」，植株高，生長勢強，分枝旺盛，果實呈細長三角形，果長 14.9 公分，果寬 1.27 公分，果重 12.1 公克，果實紅色。抗煙草崁紋病毒病、馬鈴薯 Y 病毒病、番椒疫病（race1）及青枯病[56]。

7.馬鈴薯：種苗改良繁殖場與農業試驗所分別於民國 93 年分別育成「種苗 2 號」及「台農 3 號」2 個品種（表 21）。

（1）「種苗 2 號」，植株大而開張，株高 50-60 公分，生長勢強，薯球土黃色，圓形，每公頃產量 34-38 公噸，適合加工洋芋片及鮮食用，抗 PVY^m 病毒病及晚疫病，耐 PVX 及 PVS 病毒病[91]。

（2）「台農 3 號」，商品名稱為「萬豐」，株形直立，株高 50 公分，生長勢強，薯皮色淺黃，薯肉白色，薯形扁圓形，每公頃產量 34-47 公噸，大薯產量高可增加 45.7-83.2% ，適合鮮食，田間觀察耐病毒病與晚疫病，接種評估耐軟腐病[2,3]。

表 20. 新育成番椒品種之抗病種類及等級

Table 20. The kinds and level of disease resistance of new developed pepper varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	馬鈴薯 Y 病毒[1] PVY	菸草嵌紋病毒[2] TMV	番椒疫病[3] PB	青枯病[4] BW
種苗 1 號	2006	R[5]	R	MR[6]	R

註：1. Potato virus Y^{m}

2. *Tobacco mosaic virus*

3. Phytophthora blight （race3）

4. Bacterial wilt

5. R：Resistant

6. MR：Moderate resistant

表 21. 新育成馬鈴薯品種之抗病種類及等級

Table 21. The kinds and level of disease resistance of new developed potato varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	Y^{m}病毒病[1] PVY^{m}	X 病毒病[2] PVX	S 病毒病[3] PVS	晚疫病[4] Late blight	軟腐病[5] Bacterial soft rot
種苗 2 號	2004	R[6]	T[7]	T		
台農 3 號	2004				T	T

註：1. *Potato virus* Y^{m}

2. *Potato virus* X

3 *Potato virus* S

4. P*hytophthora infestans* (Mont) de Bary

5. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Bergey *et al.*

6 R：Resistant

7. T：Tolerant

6. 茄子：高雄區農業改良場於民國 90 年育成「高雄 2 號」1 個品種(表 22)。「高雄 2 號」，商品名稱為「紫娘」，植株直立型，具耐熱性，強雜種優勢，生長勢強，果型長直，果皮著色良好，為亮麗深紫色，外觀宜人，果長 43.6 公分，果徑 2.88 公分，果重 152.1 公克，早期產量、總產量以及良果率方面皆高，對青枯病具中抗之抗病性[77,78]。

表 22. 新育成茄子品種之抗病種類及等級

Table 22. The kinds and level of disease resistance of new developed eggplant variety

品　種 Varieties	命名年 Year	青枯病 [1] Bacterial wilt
高雄 2 號	2001	R[2]

註：1. *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi *et al.*

2. R：Resistant

表 23. 新育成豌豆品種之抗病種類及等級

Table 23. The kinds and level of disease resistance of new developed pea variety

品　種 Varieties	命名年 Year	白粉病 [1] Powdery mildew
台中 15 號	2003	R[2]

註：1. *Erysiphe pisi* DC.

2. R：Resistant

7. 豌豆：台中區農業改良場於民國 92 年育成「台中 15 號」1 個品種（表 23）。「台中 15 號」，商品名稱為「綠寶」，屬於葉用豌豆品種，專供採摘植株的嫩梢供食用，具有莖葉粗大，晚花，分枝多，葉大形，濃黃綠色，品質佳，豆苗產量高，植株抗白粉病(57,58)。

8. 毛豆：高雄區農業改良場與台南區農業改良場分別於民國 90-96 年間先後育成「高雄 6 號」、「高雄 7 號」、「高雄 8 號」「台南選 1 號」、「高雄 9 號」及「台南亞蔬 2 號」等 6 個品種（表 24）。

（1）「高雄 6 號」，商品名稱為「綠蜜」，株型屬有限生長型，倒伏性屬中抗，R6 期鮮莢果採收，春作需 74-78 天，秋作 68-70 天，為中熟品種，春作株高 38.0-44.6 公分，秋作 35.8-40.7 公分，春作產量高、適應性廣，合格莢多且單株三粒莢數多，鮮莢果大，色澤鮮綠，籽粒成分具有較高的總糖、澱粉、纖維及異黃酮類含量，食味口感佳，咀嚼性良好，適合機械採收，田間自然發生的情況下，露菌病及紫斑病發生較輕。

表 24. 新育成毛豆品種之抗病種類及等級

Table 24. The kinds and level of disease resistance of new developed vegetable soybean varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	露菌病[1] Downy mildew	紫斑病[2] Purple blotch	白粉病[3] Powdery mildew	銹病[4] Rust	立枯病[5] Stem rot	根腐病[6] Root rot
高雄 6 號	2001	R[7]	R				
高雄 7 號	2001	R	R				
高雄 8 號	2003			R		R	R
台南選 1 號	2004	R		R	R		
台南亞蔬 2 號	2005	T		T			

註：1. *Peronospora manchurica* (Naoum.) Syd.

2. *Cercospora kikuchii* (Mastsum. et Tomoy.) Saw.

3. *Erysiphe pisi* DC.

4. *Phakopsora pachyrhizi* Syd

5. *Rhizoctonia solani*

6. *Thanatephorus cucumeris* (Frank)Donk

7. R：Resistant

8. T： Tolernt

（2）「高雄 7 號」，商品名稱為「丹波黑豆」，株型屬有限生長型，倒伏性屬中抗，R6 期鮮莢果採收，春作需 74-79 天，秋作 69-70 天，為中熟品種，春作株高 41.0-45.6 公分，秋作 31.6-40.9 公分，鮮果莢呈翠綠色，茸毛褐色，以單粒莢及二粒莢較多，莢形平直寬大，鮮籽粒呈紫綠色，短橢圓形，春作合格莢產量每公頃為 7,396-7,405 公斤，秋作為 4,093-5,283 公斤，籽粒黑又大，具有較高的總糖含量，可加工製成糖漬蜜黑豆，提高產品附加價值，食味口感佳，咀嚼性良好，適合機械採收，田間自然發生的情況下，露菌病及紫斑病發生較輕[97]。

(3)「高雄 8 號」，商品名稱為「冬蜜」，株型屬有限生長型，倒伏性屬中抗，R6 期鮮莢果採收，冬作需 86-93 天，為晚熟品種，冬作耐冷性強，株高 35.7-42.2 公分，鮮果莢呈綠色，茸毛灰白色，以二粒莢較多，莢形平直寬大，鮮籽粒呈綠色，短橢圓形，合格莢及單株三粒莢數多，且產量高，平均每公頃達 8,369-9,158 公斤，籽粒糖及異黃酮類含量豐富，對人體具有保健作用，外觀品質及食味口感佳，根腐病及白粉病田間發生較輕(98)。

(4)「台南選 1 號」，商品名稱為「金芋」，早熟，具芋香風味，口感佳，營養價值高，合格莢產量較現有栽培茶豆類毛豆品種高且穩定，適合台灣氣候栽培，可提高冷凍茶豆類毛豆內外市場之競爭力，對露菌病及白粉病具抗病性(12)。

(5)「高雄 9 號」，商品名為「綠晶」，產量高且適應性廣，合格莢多且單株三粒莢數多，鮮莢果大且莢色綠，鮮籽粒含有豐富異黃酮總量，食味口感佳，殺菁後莢色綠，適合機械採收，供加工冷凍及生鮮冷藏外銷用(21,22)。

(6)「台南亞蔬 2 號」，合格莢產量高，食味口感均佳，優於高雄 2 號、高雄 5 號及高雄 8 號，莢果大，且莢果色澤綠與高雄 5 號相近，符合外銷市場需求，在田間自然感病情況下，露菌病罹病度低於高雄 5 號，白粉病的罹病度低於高雄選 1 號，顯示台南亞蔬 2 號對白粉病及露菌病之耐病性優於對照品種(11,13)。

9. 莧菜：農業試驗所別於民國 89 年及 92 年育成「台農 1 號」及「台農 2 號」2 個品種（表 25）。

(1)「台農 1 號」，商品名稱為「豐綠」，葉色為綠色，莖色翠綠，株高約 34.6 公分，葉數平均 5.1 葉，生長快速，夏季栽培 16-18 天及可採收，每公頃平均產量約 19 公噸，耐寒性強，耐儲藏，10℃下冷藏可儲存至第 7 天，抗白銹病(4,105)。

(2)「台農 2 號」，商品名稱為「金豐」，葉色黃白，莖色翠綠有光澤，播種後 19-25 天採收，株高約 29.9 公分，葉數平均 6.2 葉，每公頃

平均產量約 21 公噸，耐寒性強，耐儲藏，10℃下冷藏可儲存至第 7 天，抗白銹病(1)。

10. 蔥：花蓮區農業改良場於民國 89 年育成「蘭陽 3 號」1 個品種（表 26）。「蘭陽 3 號」，商品名稱為「福蔥」，耐熱，豐產，夏作每公頃產量為 36 公噸，秋作每公頃產量為 39 公噸，蔥白長約 19-20 公分，蔥白潔淨，口感好，品質佳，耐軟腐病(82)。

表 25. 新育成莧菜品種之抗病種類及等級

Table 25. The kinds and level of disease resistance of new developed edible amaranth varieties

品　種 Varieties	命名年 Year	白銹病 [1] White rust
台農 1 號	2000	R[2]
台農 2 號	2003	R

註：1. *Albugo bliti* (Biv.) Kuntze.

2. R：Resistant

表 26. 新育成青蔥品種之抗病種類及等級

Table 26. The kinds and level of disease resistance of new developed green onion variety

品種 Varieties	命名年 Year	軟腐病 [1] Soft rot
蘭陽 3 號	2000	T

註：1.*Erwinia carotovora* subsp *carotovora* (Jones) Bergey *et al*

2. T：Tolerant

七、花卉作物方面：

花卉主要是觀賞其花部位的變化，著重於精神與心理層面的價值，而與糧食、雜糧、特作、果樹及蔬菜等以食用為目標的作物差異很大，在育種基本觀念上與其他作物大異其趣且存在著顯著的差異性，例如將花卉當

作是一種視覺消費的產品、藝術品；依其種類及用途的不同，區分為切花、盆花、花壇用，而有植株高矮性之分；花卉的種類、花色及花型會隨者時代的不同、消費型態的轉變及需求而產生流行性的改變，如大花性、多花性、新的花型、新的花色、新的花型、特殊花型、芳香性、株型的改變、葉色及葉型的變異、產期的調節改變等等。因此，花卉的育種需以有別於其他作物的標準，著重於視覺及感官的層面，並符合其特殊需求的目標。

花卉新育成的品種計有唐菖蒲、菊花、銀柳、薑花、聖誕紅(71)、長壽花、海芋、蝴蝶蘭(96)、火鶴花(47)、孤挺花、彩金蘭(103)等 21 個品種（表1），其中育成之 1 個唐菖蒲唐菖蒲品種對首腐病及抗灰黴病抗病，銀柳 1 個品種耐青枯病，聖誕紅 1 個品種對苗腐病、苗立枯病、灰黴病較具抗性，彩金蘭 1 個品種較耐莖腐病（表 28），其餘 17 個新育成的花卉品種則不具任何抗病性。茲將各育成品種之特性分述如下：

1. 唐菖蒲：農業試驗所分別於民國 89 年及 93 年育成唐菖蒲「台農 1 號」及「台農 2 號」2 個品種（表 27）。
   （1）唐菖蒲「台農 1 號」，屬中晚生品種、花色粉紅色系（花瓣外緣粉紅色、中央為淺淡黃色）、小花排列緊密、觀賞期長、切花壽命約 9 至 11 天，每公頃約可採收 18 萬至 20 萬支切花，抗首腐病、略抗灰黴病(110)。
   （2）唐菖蒲「台農 2 號」，商品名稱為「紫艷」，屬中晚生品種、花色淡紫紅色、平瓣、花徑 8-11 公分、花梗長 110-120 公分（達外銷日本一級切花標準）、小花數約 12-15 朵、切花壽命約 7 至 9 天，每公頃約可採收 18 萬至 20 萬支切花，對灰黴病、首腐病及萎凋病等不具抗性(110)。
2. 菊花：台中區農業改良場於民國 92 年分別育成菊花「台中 1 號」及「台中 2 號」2 個品種（表 27）。
   （1）「台中 1 號」，商品名稱為「陽光」，切花用品種、花為白色重辦（大花標準型）、舌狀花瓣數 300-350 瓣、花滿開時不露心、舌狀花長 4.12 公分、舌狀花寬 1.47 公分、切花壽命依採收時氣候及瓶插環境約 7.6 至 11.3 天(50)。

表 27. 新育成花卉品種之抗病種類及等級
Table 27. The kinds and level of disease resistance of new developed flower crop varieties

花卉種類 Kind of flower crops	品種 Varieties	命名年 Year	灰黴病[1] Botrytis gray mold	首腐病[2] Neck rot	青枯病[3] Bacterial wilt
唐菖蒲	台農 1 號	2000	LR[5]	R[4]	
唐菖蒲	台農 2 號	2004			
菊　花	台中 1 號	2003			
菊　花	台中 2 號	2003			
銀　柳	蘭陽 1 號	2003			R
薑　花[6]	高雄 6 號	2004			
薑　花	高雄 7 號	2004			

註：1. *Botrytis gladiolorum*

2. *Pseudomonas gladioli* pv. *Gladioli* (Severini) Yabuuchi *et al*.

3. *Ralstonia* sp.

4. R：Resistant

5. LR：Low resistant

6. 對玉米螟及金花蟲罹患率低

(2)「台中 2 號」，商品名稱為「紅艷」，切花用品種、花單瓣雙色（內層紫紅色、外層白色）、多花型、舌狀花瓣數 34-45 瓣、2-3 輪、切花壽命依採收時氣候及瓶插環境約 7 至 12 天。病蟲害發生與一般栽培品種類似不具抗性，需注意防治(50)。

3. 銀柳：花蓮區農業改良場於民國 92 年育成銀柳「蘭陽 1 號」1 個品種（表 27）。「蘭陽 1 號」，商品名稱為「貴妃」，花苞大（花苞寬 1.15 公分）、色澤鮮紅、瓶插壽命達 6 週以上、每枝有效分支數 6 支、每公頃產量 12 萬枝。明顯較中國上海種耐青枯病(66)。

4. 薑花：高雄區農業改良場於民國 92 年育成分別薑花「高雄 6 號」及「高雄 7 號」2 個品種（表 27）。

表 28. 新育成花卉品種之抗病種類及等級

Table 28. The kinds and level of disease resistance of new developed flower crop varieties

花卉種類 Kind of flower crops	品種 Varieties	命名年 Year	苗腐病 Damping -off	立枯病 Seedling blight	灰黴病 [1] Botrytis gray mold	莖腐病 Stem rot
聖誕紅	桃園核研 1 號	2007	R	R	R	
聖誕紅	桃園核研 2 號	2007				
長壽花	桃園 1 號	2007				
長壽花	桃園 2 號	2007				
菊　花	台中 3 號	2007				
海　芋	種苗 1 號-桃姬	2006				
海　芋	種苗 2 號-香吉士	2006				
蝴蝶蘭	台農-號小精靈	2006				
火鶴花	台農 1 號-粉紅豹	2006				
火鶴花	台農 2 號-橘色風暴	2006				
火鶴花	台農 3 號-綠精靈	2007				
孤挺花	種苗 1 號-粉珍珠	2006				
孤挺花	種苗 2 號紅豔	2006				
彩金蘭	台農彩金	2007				T

註：1. R：Resistant

2. T：Tolerant

（1）薑花「高雄 6 號」，商品名稱為「清秀佳人」，株高 100-129 公分，植株分櫱性強、每塊地下莖有 3-4 芽，花穗長 18-24 公分，苞片數 18-24 片，花序密集、花色粉白黃心、具香氣、花朵大小為 9.0-9.5 公分、開花始期較本地種提早約 21 天、產量高、一年生單株切花數為 11.7 支，抗蟲性佳、對玉米螟及金花蟲罹患率低(49)。

（2）薑花「高雄 7 號」，商品名稱為「香妃」，株高 83-116 公分，植株分櫱性中等、每塊地下莖有 1-2 芽、花穗長 14-16 公分、苞片數 20-24

片、花序密集、花色白底黃心、具香氣、花朵大小 10.3-10.8 公分、開花始期較本地種提早約 30 天、產量稍低、一年生單株切花數為 7.3 支，抗蟲性較弱、對斜紋夜盜蟲罹患率較高[49]。

5. 聖誕紅：由桃園區農業改良場所育成之「桃園核研 1 號」及「桃園核研 2 號」聖誕紅品種（表 28）。其中「桃園核研 1 號」，苞葉葉表深桃紅色，葉背粉紅，開花期早，對扦插苗期的苗腐病、發根苗定植初期的苗立枯病、開花後期的灰黴病，以及生育期的粉蝨為害的受害程度輕微，病蟲害抗性佳，栽培上較其他品種為容易[71]。而「桃園核研 2 號」，較易受上述病蟲害為害，栽培時應注意防治[71]。

6. 彩金蘭：農業試驗所育成之「台農彩金」為地生蘭的一種，植株莖徑粗約 5.5 公釐，葉片長/寬比值約 2.33，葉脈主脈淡黃色第一、二、三側脈皆明顯，有網形細脈分佈，生長勢強健，株型大小介於台灣金線蓮與彩金蘭間，在日/夜溫度 24/18℃冷涼栽培環境中較台灣金線蓮耐莖腐病[103]（表 28）。

結論與展望

自民國 89 年至 96 年，在這 8 年期間台灣各地區試驗改良場所育成之作物新品種，總計達 145 個品種之多，其中具抗病性者有 77 個品種，佔新育成作物品種總數的一半以上，達 53% 之多。而依其作物育成種類別而言，以蔬菜育成 52 個新品種最多，果樹 29 個品種次之，水稻及花卉分別育成 21 個品種再次之，雜糧作物 17 個品種，特用作物 4 種，飼料作物 1 種；其中園藝作物（包括果樹、蔬菜及花卉三項作物）在這期間合計育成 102 種，成為育成新品種數最多的作物。

另由育成作物新品種的種類獲知，過去一直作為首要作物品種改良目標的水稻及雜糧作物等重要糧食作物，現已被強調多樣化、質優的園藝作物後來居上，由此可知國內的育種方向已由過去注重糧食生產及高產量的導向，轉變為具新穎性、多樣化、時新口味、高品質、營養、保健、觀賞

及環保等功能的育種方向及目標。

將來在進行育種時，必須注意下列幾點：

1. 台灣農業發展是朝向生產、生活、生態之「三生農業」理想目標邁進，在環保意識抬頭的大環境之下，國人非常重視、健康、清潔、衛生、安全及質優的作物產品生產，而育成抗病品種被認為是最安全有效的策略，緣於此，如何選育並種植抗病品種已成為未來試驗研究的重要課題。
2. 除了繼續加強具抗病性品種的選育之外，需體察到育種的目標亦須隨者國內經濟的發展、社會變遷、消費型態及農業政策的改變而作修正，以符現代國人的生活需求。
3. 抗病育種必須由植物病理學家與育種學家共同合作，尤其在抗病檢定技術，必須仰賴前者的配合，才能得到精確的結果與判別。依據近年來各試驗改良場所育成新品種的試驗資料顯示，有關於品種的抗、感病性檢定、抗、感病性等級判定、接種方法及病害調查方法等，因作物的不同而採用不同的調查方法及表示方式，根據其資料難以判定其是否抗病或等級為何，特別是有一些病害的發生調查，是在田間自然發病條件下觀察紀錄所得，而當時的田間發病條件對其是否會發病或發病程度影響其調查的結果甚鉅，此點可能在日後進行抗病品種選育時需特別注意並加以改進。
4. 為加速作物抗病育種的效率，除採用傳統的雜交及回交育種技術將抗病性導入優良作物品種之中外，亦可輔助利用基因工程技術將抗病基因導入植物體內，或利用分子標誌篩選抗病品系，減少田間選拔工作，縮短育種年限，以有效克服傳統育種上的種種限制。此外，亦可配合健康種苗的利用、抗病根砧的應用及設施隔離網室的使用，促進作物抗病育種的成效。
5. 無論國家經濟如何發展改變，維持國人生活的基本需求，為政府部門責無旁貸的責任，也是穩定國家經濟發展的重要措施，而從事作物抗病育種，是一種最基本的基礎研究，也是一項團隊工作，需結合植物育種學家、遺傳學家、植物病理學家、植物昆蟲學家、植物生理學家、

生物化學家、生態學家、土壤化學家及生物統計學家等群策群力，長遠且持續共同合作執行，才能達成育種的目的，因此有賴於政府部門在經費及人力方面給予長期大力的支持與鼓勵。

引用文獻

1. 王三太、王毓華、林子凱、蕭吉雄. 2003. 莧菜新品種-台農 2 號(金豐)之育成. 農業試驗所技術服務季刊 55:24-28.
2. 王三太、林子凱、曹幸之、謝哲進. 2004. 馬鈴薯新品種台農 3 號萬豐之育成. 農業試驗所技術服務季刊 58:17-20./
3. 王三太、林子凱、曹幸之、謝哲進. 2004. 馬鈴薯新品種台農 3 號之育成. 農業試驗所技術服務 58:17-20.
4. 王三太、蕭吉雄、黃晉興、謝廷芳. 2001. 適合有機栽培的莧菜新品種「臺農一號」. 鄉間小路 24:14-16.
5. 王仁晃、王仕賢、林棟樑、謝明憲、林滄澤、趙秀溙、陳正次. 2003. 紅色小果蕃茄新品種台南亞蔬 11 號之育成. 台南區農業改良場研究彙報 42:23-31.
6. 王仕賢、王仁晃、林棟樑、謝明憲. 2004. 黃色小果蕃茄新品種台南 12 號之育成. 台南區農業改良場研究彙報 43:1-10.
7. 王添成. 1998. 蔬菜抗病篩選技術. 第 91-106 頁. 蔬菜育種技術研習會專刊. 台灣省農業試驗所編印. 台中霧峰.
8. 王毓華、王三太、林子凱、黃晉興、蕭吉雄. 2005. 洋香瓜新品種台農 10 號之育成. 農業試驗所技術服務季刊 62:19-21.
9. 吳志文. 2003. 優質粳稻新品種-高雄 144 號(勝光). 高雄區農業專訊 46:6-8.
10. 吳志文. 2004. 豐產秈糯新品種-高雄秈糯 8 號. 高雄區農業專訊 49：9-11.
11. 吳昭慧、連大進. 2005. 毛豆新品種「台南亞蔬 2 號」. 台南區農業專訊 54:4-7.

12. 吳昭慧、連大進、王仕賢. 2003. 芋香毛豆新品種—「台南選 1 號-金芋」. 台南區農業專訊 46:5-8.
13. 吳昭慧、連大進、黃山內、顏妙容. 2007. 毛豆新品種-台南亞蔬 2 號(珍寶)簡介. 台南區農業專訊 177:88-91.
14. 吳昭慧、連大進. 1999. 豆科綠肥作物新品種－綠肥大豆台南 4 號. 台南區農業專訊 30:1-3.
15. 吳昭慧、連大進. 2001. 覆蓋兼綠肥用大豆新品種台南 6 號. 台南區農業專訊 38:3-6.
16. 吳昭慧、連大進. 2003. 休耕及果園草生栽培用新品種綠肥大豆台南 7 號. 台南區農業專訊 51:23-24.
17. 呂坤泉、楊嘉凌、許志聖. 2007. 稉稻品種台中 192 號之育成. 台中區農業改良場研究彙報 97:51-70.
18. 李阿嬌、鄭隨和、陳正次. 2008. 抗黃化捲葉病毒病番茄新品種「桃園亞蔬 20 號」簡介. 農政與農情 195:1-4.
19. 沈百奎、余志儒、陳甘澍、鄧汀欽. 2004. 西瓜新品種-台農 6 號紅蜜之育成. 農業試驗所技術服務季刊 57:19-21.
20. 沈百奎、林俊義、蕭吉雄. 2004. 西瓜新品種-台農 7 號小甜甜之育成. 農業試驗所技術服務季刊 59:18-20.
21. 周國隆. 2007. 毛豆新品種『高雄 9 號（綠晶）』問世. 高雄區農業改良場九十六年度年報第 34-36 頁.
22. 周國隆. 2008. 毛豆外銷新尖兵「高雄 9 號」綠晶. 高雄區農業專訊 65:8-9.
23. 林子凱、王三太、王毓華、鄧丁欽、蕭吉雄. 2006. 冬瓜新品種'台農 2 號'之育成. 農業試驗所技術服務季刊 68:16-18.
24. 林天枝、洪溢堂. 2002. 果肩濃綠的夏季鮮食蕃茄新品種－台中亞蔬十號(愛蘭黑柿)之育成與栽培管理要點. 台中區農業專訊 38:12-14.
25. 林俊義、王強生、王惠亮、陳良築、蔡新聲. 1995. 生物科技在農作物上之應用. 中華農學會報 176:11-37.
26. 林俊義、謝廷芳、方尚仁. 2004. 台灣主要作物抗病抗蟲品種介紹. 第

1-23 頁. 優質安全農產品生產策略研討會專刊. 行政院農委會農業試驗所、中華永續農業協會編印.

27. 林國清. 2003. 水稻圓糯新品種－台南糯 10 號. 台南區農業專訊 46:1-4.
28. 林國清. 2004. 水稻優良新品種「台南 11 號」通過命名審查. 台南區農業專訊 50:23.
29. 林榮貴. 2004. 鳳梨新品種─台農 20 號(牛奶鳳梨)之介紹. 農業試驗所技術服務 60:20-22.
30. 邱祝櫻. 2001. 印度棗新品種－「高雄二號」栽培管理要點. 高雄區農業專訊 36:2-8.
31. 邱祝櫻. 2004. 棗子新品種高雄 3 號介紹. 高雄區農業專訊 47:8-9.
32. 邱祝櫻. 2008, 高雄 6 號(甜心)種苗生產及接穗繁殖技術移轉. 高雄區農情月刊 125：4.
33. 邱祝櫻. 2008. 棗子的新品種－高雄 5 號(青蜜)種苗生產及接穗繁殖技術移轉. 高雄區農情月刊 124：4.
34. 邱運全、吳志文. 2004. 梗稻新品種-高雄 145 號. 高雄區農業專訊 49:6-8.
35. 邱運全、吳志文、林富雄、陳治官、賴明信. 2001. 梗稻新品種-高雄 143 之育成. 高雄區農業改良場研究彙報 12:1-14.
36. 姜金龍、龔財立、辛仲文、林俊清. 2001. 仙草「桃園一號」之育成. 桃園區農業專訊 42:1-12.
37. 施昭彰、黃肇家、徐信次、莊耿彰. 2003. 梨新品種─台農 3 號(玉金香)之育成. 農業試驗所技術服務 56:16-19.
38. 施純堅、韓青梅. 2003. 一代雜交黃皮嘉寶瓜先鋒新品種西瓜澎湖 5 號問世. 高雄區農業專訊 46:9-11.
39. 孫明賢. 1975. 蔬菜抗病育種. 第 133-135 頁. 六十四年暑期園藝育種講習會專刊. 台灣農業研究中心編印. 台北.
40. 張世融. 2003. 尼羅草台畜一號之植株生長特性. 畜產專訊 43:19-20.
41. 張哲瑋、徐信次、程永雄、蔡武雄、顏昌瑞. 2007. 荔枝新品種台農 3

號「玫瑰紅」之育成. 農業試驗所技術服務 70：10-13.

42. 張哲瑋、程永雄、趙政男、顏昌瑞. 2004. 荔枝新品種─台農 1 號(翠玉)之育成. 農業試驗所技術服務 59:14-17.
43. 張清勤. 2000. 鳳梨新品種台農 18 號之選育. 農業試驗所技術服務 59:15-17.
44. 張義璋. 2004. 台灣水稻重要病害之生態及防治要領. 第 75-101 頁. 水稻健康管理研討會專輯. 行政院農業委員會農業試驗所編印. 台中霧峰.
45. 張麗華、林琪瑞. 2007. 印度棗新品種－台農 4 號'青龍'之育成. 農業試驗所技術服務 72：8-10.
46. 曹文隆、楊金興、黃惠娟、鄭耀星、林順福、盧煌勝. 2004. 落花生新品種台農 7 號－珍甜之育成. 中華農業研究 53:125-140.
47. 莊耿彰、 謝廷芳. 2006. 火鶴花新品種台農 1 號「粉紅豹」與台農 2 號「橘色風暴」之育成. 農業試驗所技術服務 68：12-15.
48. 許志聖、楊嘉凌. 2004. 台灣的越光品種─台中 191 號. 台中區農業專訊 45:4-7.
49. 許哲夫. 2004. 薑花新品種介紹及栽培技術. 高雄區農業專訊 50:6-8.
50. 許謙信. 2004. 菊花市場新寵：雙色艷彩及大白菊新品種之育成. 台中區農業專訊 45:16-19.
51. 連大進、游添榮. 2000. 國產蔭油加工用黑豆新品種─台南 5 號. 台南區農業專訊 31:2-4.
52. 郭孚燿. 2006. 台灣第一個無筋絲粉豆－菜豆新品種台中 3 號. 台中區農情月刊 86 期.
53. 郭孚燿. 2008. 台灣第一個無筋絲粉豆－菜豆新品種台中 3 號. 台中區農情月刊 104 期.
54. 郭孚燿. 2008. 正圓莢無筋絲菜豆台中 3 號. 台中區農業專訊 60:9.
55. 郭宏遠、李美娟、洪碧東、王小華、陳駿季、蕭吉雄. 2006. 小果蕃茄新品種-種苗 16 號(金吉)簡介. 農政與農情 167：84-86.
56. 郭宏遠、李美娟、洪碧東、王小華、陳駿季、蕭吉雄. 2006. 辣椒新品

種—種苗 1 號(辛美)簡介. 農政與農情 165：91-93.
57. 郭俊義. 2005. 葉用豌豆新品種-台中 15 號. 台中區農業專訊 48:11-14.
58. 郭俊義. 2005. 葉用豌豆新品種台中 15 號. 農政與農情 145:97-99.
59. 陳正次. 2002. 耐熱、抗病、耐儲運一點紅蕃茄新品種「台中亞蔬 10 號」. 種苗科技專訊 37:9-15.
60. 陳正次. 2003. 耐熱、抗病鮮食小果蕃茄新品種台南亞蔬 11 號. 種苗科技專訊 41:2-8.
61. 陳正次. 2004. 高 β-胡蘿蔔素鮮食小果蕃茄新品種花蓮亞蔬 13 號(上). 種苗科技專訊 45:11-15.
62. 陳正次. 2004. 高 β-胡蘿蔔素鮮食小果蕃茄新品種花蓮亞蔬 13 號(下). 種苗科技專訊 46:20-24.
63. 陳正次. 2005. 抗病質優桔黃色鮮食小果蕃茄新品種花蓮亞蔬 14 號. 種苗科技專訊 50:12-18.
64. 陳玉如、周國隆、許錦泉. 2002. 紅豆新品種「高雄 8 號」. 高雄區農技報導 41:1-4.
65. 陳玉茹、周國隆. 2006. 紅豆新品種高雄九號(紅寶). 高雄區農技報導 77:1-7,
66. 陳季呈. 2004. 銀柳新品種「蘭陽一號」(貴妃)－花苞大、色澤鮮紅. 花蓮區農業改良場農技報導 64:1-3.
67. 陳治官、賴明信、李長沛、曾青山、顏信沐. 2004. 國內水稻育種事業與重要栽培品種之特性簡介. 第 33-40 頁. 水稻健康管理研討會專輯. 行政院農業委員會農業試驗所編印. 台中霧峰.
68. 陳素娥、黃振增. 2001. 水稻新品種「桃園一號」栽培管理. 桃園區農業專訊 38：6-10.
69. 陳素娥、黃振增. 2004. 水稻新品種「桃園 3 號」簡介. 桃園區農業改良場農業專訊 49:16-17.
70. 陳隆澤、羅正宗、吳永培、陳一心. 2004. 水稻新品種臺農秈 22 號之育成. 農業試驗所技術服務 59:10-13.
71. 傅仰人、楊雅淨、鄭隨和. 2007. 聖誕紅桃園核研 1 號及 2 號新品

種之育成. 農政與農情 184：89-92.

72. 曾清田、詹碧連. 2000. 食用白玉米新品種「台南 22 號」. 台南區農業專訊 33:1-3.

73. 曾勝雄、陳裕星. 2007. 薏苡臺中 2 號之育成. 台中區農業改良場研究彙報 97:1-11.

74. 曾勝雄. 2008. 蕎麥臺中 3 號之育成. 台中區農情月刊 109 期.

75. 曾勝雄. 2008. 薏苡臺中 3 號之育成. 台中區農情月刊 109 期.

76. 黃秋蘭. 2002. 如何使「嘉禾」新品種發揮潛能. 台東區農業專訊 43：1-10.

77. 黃賢喜、戴順發. 2001. 茄子新品種「高雄 2 號」(紫娘)品種特性介紹. 高雄區農業專訊 37:2.

78. 黃賢喜、戴順發. 2003. 茄子品種紫娘-高雄 2 號之育成及推廣. 種苗科技專訊 44:7-10.

79. 黃鵬、張同吳. 2001. 長型山藥「花蓮３號」(長白山藥)-豐產、品質佳、抗莖枯病、耐儲藏之優良山藥新品種. 花蓮區農改場農技報導 54:1-3.

80. 黃鵬、張同吳. 2002. 長型山藥「花蓮３號」之育成與推廣. 農政與農情 119:83-85.

81. 楊正山. 2002. 番荔枝新品種台東一號之選育特性及栽培要點. 台東區農業專訊 41：1-10.

82. 楊宏瑛、楊素絲. 2001. 青蔥新品種「福蔥-蘭陽 3 號」之栽培管理. 花蓮區農業改良場農技報導 55:1-3.

83. 楊金興、蔡志濃. 2008. 落花生新品種台農 9 號之育成. 農業試驗所技術服務 73:4-6.

84. 楊素絲. 2005. 小果番茄新品種「花蓮亞蔬 14 號」花蓮區農技報導 64:1-3。

85. 楊素絲. 2005. 小果番茄新品種「花蓮亞蔬 14 號」簡介. 農政與農情 160:99-102.

86. 楊素絲. 2005. 小果蕃茄新品種「花蓮亞蔬 14 號」. 花蓮區農業改良場農技報導 64:1-4.

87. 楊素絲. 2007. 小果番茄新品種--花蓮亞蔬 21 號簡介. 農政與農情 179:96-98.
88. 楊素絲、陳正次. 2003. 蕃茄新品種「花蓮亞蔬十三號」之育成及特性. 花蓮區農業改良場研究彙報 21:13-28.
89. 楊偉正、蕭吉雄、黃秋雄、劉邦基. 2002. 絲瓜新品種台農 1 號之育成. 中華農業研究 51:37-48.
90. 楊嘉凌. 2006. 長糯米品種台中秈 2 號的育成. 台中區農業改良場研究彙報 92:47-62.
91. 廖文偉. 2004. 馬鈴薯「種苗 2 號」(大吉)生育特性與栽培管理. 種苗科技專訊 47:16-19.
92. 廖萬正. 2004. 梨台中 1 號介紹. 台中區農業專訊 45:8-10.
93. 廖萬正. 2004. 梨台中 2 號晶圓梨介紹. 台中區農業專訊 49:6-9.
94. 劉新裕. 2007. 保健植物生力軍━山藥台農 5 號「紅龍」. 行政院農業委員會農業試驗所全球資訊網.
95. 劉碧鵑、王德男、劉政道. 2002. 楊桃台農二號之育成. 農業試驗所技術服務 49:13-17.
96. 蔡媦婷、戴廷恩、謝廷芳. 2007. 多彩多姿的台農蝴蝶蘭. 農業試驗所技術服務 69：1-5.
97. 鄭士藻、周國隆. 2002. 毛豆新品種「高雄 6 號」、「高雄 7 號」之簡介. 高雄區農業專訊 39:2.
98. 鄭士藻、周國隆. 2003. 適合冬作鮮銷毛豆新品種「東蜜-高雄八號」介紹. 高雄區農業專訊 44:2.
99. 鄧永興、劉政道. 2007. 荔枝新品種台農 4 號'吉荔'之育成. 農業試驗所技術服務 72：4-7.
100. 鄧永興、劉政道. 2007. 荔枝新品種台農 2 號'旺荔'之育成. 農業試驗所技術服務 71：6-9.
101. 鄧澄欣 2002 台灣香蕉栽培品種特性介紹。農業世界雜誌 224:25-33。
102. 盧虎生. 2004. 水稻之發育過程與健康管理. 第 17-31 頁.稻健康管理研討會專輯。行政院農業委員會農業試驗所編印. 台中霧峰.

103. 蕭玉柱、吳明哲. 2007. 觀葉蘭--臺農 1 號'彩金蘭'之育成. 農業試驗所技術服務 69：10-13.

104. 蕭吉雄. 1990. 園藝作物抗病育種之理論及實際. 第29-39頁. 園藝作物講習會專刊. 台灣省農業試驗所. 台中霧峰.

105. 蕭吉雄、王三太、張有明、陳甘澍. 2000. 莧菜抗白銹病新品種「臺農一號」. 豐年 51:21-25.

106. 賴永昌、李忠田、鄭統隆、蔡武雄. 2007. 甘藷新品種台農 73 號「紫玉」之育成. 農業試驗所技術服務 70:7-9.

107. 賴永昌、季忠田、陳一心. 2003. 甘薯新品種-台農 72 號(黃金香薯)之育成. 農業試驗所技術服務 54:13-15.

108. 賴明信、李長沛、曾清山、黃惠娟、郭益全、陳治官. 2001. 色、香、味俱全之臺農七十一號(益全香米). 農業試驗所技術服務 46:14-17.

109. 賴明信、曾清山、李長沛、卓緯玄、顏信沐、曾東海、陳治官. 2006. 水稻新品種「台農 75 號」之育成. 農業試驗所技術服務 68:7-11.

110. 戴廷恩、侯鳳舞. 2004. 唐菖蒲新品種台農 2 號之育成. 農業試驗所技術服務 58:13-16.

111. 戴廷恩、蕭吉雄. 2001. 唐菖蒲台農一號之育成. 農業試驗所技術服務 45:15-17.

112. 戴振洋. 2008. 金寶-台中 3 號. 台中區農業專訊 60:7.

113. 戴振洋、郭俊毅. 2006. 蔬菜中新的黃金寶貝誕生了 "金寶－台中 3 號" 之育成. 台中區農情月刊 87 期.

114. 戴順發、黃祥益. 2005. 絲瓜新品種高雄 2 號秋綠品種特性及栽培管理要點. 高雄區農業專訊 52:5-7.

115. 謝光照、何千里、盧煌勝、陳炳輝、蔡志濃、劉彗瑛. 2002. 食用白玉米台濃 4 號之育成. 中華農業研究 51:1-16.

116. 謝鴻業、王智立、楊淑惠、王德男、劉政道、林慧玲、謝慶昌、陳幼光. 2006. 番石榴新品種台農 1 號(帝王拔)之育成. 農業試驗所技術服務 67：1-4.

117. 顏昌瑞. 1990. 果樹育種策略及台灣果樹育種常見之問題. 第 381-394

頁. 園藝作物育種講習會專刊. 台灣省農業試驗所編印. 台中霧峰.

118. 龔財立. 2007. 甘藷新品種桃園 3 號. 桃園區農業專訊 65：1-4.
119. 龔財立、姜金龍、鄭隨和. 2004. 山藥新品種介紹━桃園四號(白金山藥). 桃園區農業專訊 50：5-6.
120. Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology 3rd ed. Academic Press. N. Y. 803pp.
121. Kenaga, C. B. 1986. Principle of Phytopathology 2nd ed. Waveland Press. Inc., Illinosis, U.S.A. p.285-300.
122. Wang, C. H., and Yeh, S. D. 1992. Nucleotide sequence region of severe, mind and non-papaya infecting strains of papaya ringspot virus. Arch. Virol. 127:345-354.
123. Wang, C. H., and Yeh, S. D. 1997. Divergence and conservation of the genomic RNAs of Taiwan and Hawaii strains of papaya ringspot virus. Arch. Virol. 142:271-285.
124. Yeh, S. D., Jan, F. j., Chiang, C. H., Doong, T. J., Chen, M. C., Chung, P. H., and Bau, H. J. 1992. Complete nucleotide sequence and genetic of organization of papaya ringspot virus RNA. J. Gen. Virol. 73:2531-2541.

Current Research Status of Crops Breeding for Diseases Resistance in Taiwan

Lin, C. Y.[1,3], and Chen, K. S.[2]

[1] College of Health Science, Asia University, Wueng, Taichung, Taiwan;

Department of Vegetable Crops, Fengshan Tropical Horticultural

[2] Experiment Branch, Agricultural Research Institute, COA, Taiwan

[3] Corresponding author, Email: yihlin@asia.edu.tw

ABSTRACT

The present paper is described the new crop varieties to be developed during 2000-2007. There were 145 new crop varieties have been developed by research institute and districted agricultural improvement station in last 8 years. 77 (53%) out of 145 varieties were resistant to various diseases. In case of rice, breeding is focus on disease resistance of rice blast, bacterial leaf blight of rice and rice strips. There were 21 new varieties have been developed during 2000-2007 and 15 out of 21 varieties performed resistance to one or more above diseases. In case of field crops, new 17 varieties included sweet potato, corn, soybean, small red bean, soya bean, peanut, Job's tears and **buckwheat** have been released and 13 out of 17 varieties found resistance to one or more diseases such as rust, downy mildew, purple blotch, leaf spot and stem rot. In case of special crops, there were 4 varieties of mesona and yam and only one yam variety showed resistance to stem rot. In case of fodder crops, only nilegrass developed one variety. The new released variety revealed resistance to rust. In case of fruit trees, there were 29 varieties have been developed and 9 out of 29 observed resistance to one or 2 diseases such as Fusarium wilt, mealybug wilt, marbling disease, pink disease, downy blight and brown root rot. In case of vegetable crops, there were 52 varieties have been developed and 32 out of 52 varieties

illustrated resistance to one or more diseases such as Fusarium wilt, powdery mildew, white rust, virus and or blight etc. In case of flower crops, there were 21 varieties have been developed and 4 out of 21 varieties appeared resistance to neck rot, botrytis gray mold and bacterial wilt. In general, to develop a new disease resistance variety is recognized the best way for disease control. It is not only effectively decreased the application of pesticide, but also enhance the environmental protection and advance the civil health. It needs to focus on selection and development of high quality, stress and diseases resistance new local crop varieties. It will favor for the requirement of farmers production and consumers consumption.

Key words: Crop, rice, field crop, special crop, fodder crop, fruit tree, vegetable crop, flower crop, new developed variety, disease resistance breeding.

節能減碳與作物病害管理研討會 61-86

作物健康種苗在病害管理上之回顧與展望

張清安
朝陽科技大學 生化科技研究所
電子郵件：cachang@cyut.edu.tw

摘 要

種苗乃作物栽培的根本，健康無病之種苗可以保證初期生育的正常，延緩或減輕後續栽培可能發生的病害流行。因此生產無病健康種苗為病害管理上的關鍵策略。我國自 1970 年代初期即開始執行馬鈴薯健康種薯繁殖制度，其成效為各方所肯定。其後又陸續針對大蒜、柑橘、甘藷、香蕉、百香果、綠竹筍、甘蔗、草莓、長豇豆、草莓、葡萄、文心蘭、蝴蝶蘭等作物之病毒病發展健康種苗繁殖與供應體系，近十年來部分作物甚至開始研擬品質驗證制度，希望以政府的公信力對於種苗之健康品質加以輔導並加強消費者應用的信心。上述作物中有些健康種苗的應用效果良好，但有些則並未顯著。部分作物的健康種苗生產與供應已經產業化，並形成商業機制自然運作多年。然而部分則仍由政府提供資源下辛苦經營。本文乃回顧國內歷來發展健康種苗防治體系之實例與累積之經驗，並就以上個案能否形成商業化正常運轉的因素加以檢討。也針對未來產業之發展與健康種苗策略運用之展望，提出個人看法，提供未來我國病害防疫之參考。

關鍵詞：健康種苗，病害管理，病毒，病原

緒 言

台灣因地理及氣候環境的影響，物種多變且全年繁衍不斷。雖被稱為作物栽培之天堂，卻也是病蟲害滋生之樂土。因此植物病蟲害發生普遍而嚴重，早為各方共識之事實。某些病原生物例如病毒(virus)、類病毒(viroid)、

菌質體(phytoplasma)及部分專門入侵維管束輸導系統之細菌(xylem or phloem-limited fastidious bacteria)或真菌(fungi)，當侵入寄主植物後會形成全身系統性感染，由於長期消耗寄主能量以繁衍其個體，因此除造成寄主植物生長與結實之異常外，此類病原可藉由寄主之無性繁殖過程而全面蔓延至所繁殖之後代種苗。另外也有部份病原如細菌(bacteria)、病毒與真菌(fungi)也可以在感染之過程中，侵入寄主之種子組織或污染種子之表面，因而隨種子散佈而達到傳播之目的。當然許多作物在育苗初期過程中也可能遭受病原的感染，以致於當這些部分感病的種苗經由銷售或運輸到達栽培者的園區時，便可以將病害傳播開來，形成病害流行的根源。可以造成系統性感染之病原，透過寄主之無性繁殖，通常可以在後代所有苗木中形成全面之感染。感染或污染種子或種苗之病原雖然不會在發芽之幼苗中形成全面之感染，但也可以讓病原生物在部分幼苗中形成初期傳播之源頭，造成病害之提早流行，而危及作物之正常生長與收穫。

過去的經驗已經一再證實經由種苗所傳播之病害通常會比栽培中後期才發生者對於作物的栽培與收成產生較大的威脅。因此種苗之健康不帶病原遂成為農業界自古以來所努力追求目標與秉持的規範。古諺有云『好的開始是成功的一半』其實也正凸顯農業生產必須把握的原則。我國自光復以來，增加農業生產一直是政府施政的重點，『健康種苗』也一直是農政單位所努力不懈的目標，從水稻稻種消毒的全面實施，促成稻麴病及徒長病的成功防治後，『健康種苗』更是成為多項重要作物栽培必須堅持的原則，包括馬鈴薯、柑橘、甘藷及香蕉等重要作物即陸續採用健康種苗策略對付嚴重影響生產的幾種系統性病害，經過產官學界長年的努力，這些作物之健康種苗繁殖體系便陸續成形並且成為種苗供應的主要來源，病害的發生雖未完全絕跡，但也獲得相當程度的控制，基本的產量與品質獲得了確保。爾後國內農業隨著經濟的起飛逐漸偏重於高經濟園藝作物的發展，健康種苗策略也逐漸被應用到百香果、草莓、葡萄、豇豆及綠竹筍等作物的生產上，其抑制病害的效果也獲得了肯定。近十年來隨著花卉觀賞作物產業的蓬勃發展，健康種苗應用於病害防治的必要性更是獲得產業界的認同，農政單位更在這段時期開始參酌國外先進國家的經驗，嘗試建立台灣特色的

種苗驗證體系，希望借重政府單位具有公信力的把關機制，凸顯各項作物種苗之健康品質，一方面確保作物生產者的成功，另一方面也希望能扶持種苗產業的拓展與競爭力的提升。然而，此一制度的推動卻在產業界人士有各自不同考量下，共識取得困難，導致主辦單位遲遲無法放手一搏，健康種苗的重要性雖早有共識，但執行方式卻難以獲得統合。本文將就過去我國推廣各種作物健康種苗所累積之經驗加以整合，分享讀者。另一方面，也將檢討近年來推動種苗驗證體系所遭遇之困難與產官學各方人士對於推動方式上的不同意見供各界參考。最後，本人也將根據國際先進國家目前的運作現況與趨勢，提出個人之看法，一方面就教於各界，另一方面則野人獻曝，希望對我國農業之發展有所期待。

我國過去應用健康種苗之回顧

所謂健康種苗防治策略簡而言之即栽植已去除特定病原(specific pathogen free)之種子或種苗，避免栽種帶有病原之個體，以降低田間作物生長初期之病原密度，甚至可將其完全隔離或消除，如此便可根除病害之發生，或延緩或減輕病害之流行。此一策略可以明顯減輕病害發生之壓力，因而減少後續栽培過程中應用藥劑或其他化學防治手段之必要性與頻度，如此對於環境之保護與生態之平衡具有正面之影響。

我國最早將此對策付諸應用且獲得成功之例子，首推 50 年代之水稻種子消毒，由於當時政府成立種子檢查室，一方面執行無病田採種，一方面全面推廣稻種消毒，因此藉由種子傳播而橫行一時之稻苗徒長病與稻麴病，於 60 年代後即逐漸趨於緩和。另外 60 年代初期所執行之馬鈴薯健康種薯繁殖制度，推行至今已超過 30 年，雖然近年來由於農政單位組織架構之調整，加上產業結構的變動，執行面上已經與系統初期有很大的變動，但應用無病毒健康馬鈴薯種薯之概念已經根深蒂固深植栽培者心中。爾後我國陸續開發大蒜、柑橘、甘藷、香蕉、百香果、綠竹筍、甘蔗、草莓、豇豆及近年來之百合、文心蘭、唐菖蒲、海芋及蝴蝶蘭等花卉類發展健康種苗生產體系，亦大都能獲得預期之防治成效，只是不同作物由於面對不

同的產業環境，有些作物之健康種苗至今仍有穩定之需求，有些則面臨產業現實面的困境無法突破。以下將略述部分個案之發展歷程與現況，希望能提供讀者體驗不同作物發展健康種苗之經驗，進而作為自身產業之借鏡。

表一、我國現階段發展中之健康種苗繁殖體系

作物別	主要目標病原	執行單位
糧食作物		
馬鈴薯	多種病毒，晚疫病菌，輪腐病菌	中興大學，種苗場，種子檢查室
甘藷	多種病毒，簇葉病菌質體	嘉義分所，專業農戶
蔬果類		
大蒜	多種病毒	農試所，種苗場，台南場
綠竹筍	竹嵌紋病毒	台南場，屏東科大
草莓	多種病毒，青枯病	種苗場，中興大學
紅甘蔗	甘蔗嵌紋病毒，宿根矮化病細菌	糖研所，農試所
長豇豆	胡瓜嵌紋病毒，黑眼豇豆嵌紋病毒 萎凋病鐮刀菌	農試所，種苗場，高雄場
果樹		
柑橘	多種病毒，立枯病細菌，類病毒	農試嘉義分所，台灣大學
香蕉	香蕉簇葉病毒及其他病毒，黃葉病	香蕉研究所，台灣大學
百香果	多種病毒	農試所，鳳山分所
花卉		
唐菖蒲	胡瓜嵌紋病毒、萎凋病菌、根滿	糖業研究所
百合	百合斑紋病毒、萎凋病菌、根滿	糖業研究所
海芋	芋頭嵌紋病毒、軟腐病細菌	種苗場
文心蘭	多種病毒	農試所

一、 馬鈴薯健康種薯

我國實施無病毒馬鈴薯種薯繁殖體系始於 1973 年，由於當年日本被列為黃金線蟲疫區，導致我國基於檢疫原則必須終止多年來由日本進口馬鈴薯無病毒種薯之措施。為繼續提供薯農健康優良薯種，政府開始建立符合

國際標準之本土化三級良薯繁殖制度。初由中研院提供組織培養種原(基本種)，1981 年後技術轉移種苗繁殖場負責至今。基本種之栽培乃於溫室中執行，其後續繁殖者即為原原種，原原種均於簡易網室中栽培。此階段初由台大梅峰農場執行。1977 年改由新竹改良場負責，1981 年後統一由種苗場接辦至今。早期原原種繁殖後代種薯交由新竹場於山區栽培成為所謂『原種』種薯，而後改由豐原農會接手，1983 年再加入斗南農會參與執行，以增加產量並分散風險。原種種薯收獲後即為採種田用種薯，經一次田間栽培後即為供農民栽培用種薯。三級制度繁殖過程中，均設計有病理人員負責進行病毒檢查。早期由中興大學植病系負責，而後轉由種苗場及種子檢查室接手執行。在各級種薯繁殖過程中依規定均需經過三次檢查，原種以上級數之種薯除現場病徵判別外，尚需經過血清檢查，原種及採種田則以目視判別為主。此一馬鈴薯健康種薯之繁殖與供應制度一直維持到精省後農林廳改隸農委會成為農糧署，原來負責種薯檢查業務之種子檢查室因轉型成為種苗管理科的一支，而逐漸淡出健康種苗之檢查業務。晚近由於缺乏田間檢查的確認機制，整個過去歷經數十年所建立之檢康種薯繁殖與供應系統已瀕臨瓦解，所幸種苗場所保存與維持之健康原原種馬鈴薯仍然健在，雖然缺乏政府檢查制度之品質確認，仍然可以供應民間農會及相關業者之所需，但是此一缺乏客觀單位確認的種苗供應系統能否維持一樣品質與效率，確實令人憂慮。

二、 大蒜

大蒜為本省傳統性重要蔬菜，由於完全以蒜瓣行無性繁殖，多年來病毒病之發生比率幾達百分之百，感病植株生長不良，其蒜瓣有逐年變小之趨勢，農民常歸咎其為品種退化之故。我國自 1974 年起即由中研院及農試所鳳山分所等單位進行無病毒種蒜之繁殖工作，但是由於各種因素之影響，成果未如預期。近年大蒜產銷問題失衡，其種蒜問題常成為農政焦點。農委會曾於 1995 年起重起爐灶，組成包含中興大學、農試所與種苗場之工作團隊進行無毒種蒜之量產，可惜筆者追蹤後續發展並未發現印象深刻的

結果。除大蒜外農試所團隊在過去幾年一直深入探討青蒜之種苗供應問題，透過所研發之抗血清篩選技術結合民間業者的繁殖活力，已經發展出可以達到產業化的青蒜良種繁殖體系，在應用效果上獲得農民之肯定。此項繁殖技術也已透過技轉交由民間業者自行運作，政府資源的介入倒是不多。

三、 柑橘

柑橘為本省傳統上最重要之經濟果樹，由於栽培期間若感染病毒或其他系統性病害。容易造成無可恢復之產量與品質之低落。為解決此類病害問題政府於民國 70 年起開始著手推動柑橘健康種苗繁殖制度。於農試所嘉義分所分別建立原種園，收集保存優良母樹，再透過去病原化與病原檢定技術以獲取健康無病之植株，爾後再大量繁殖成為採穗園，供應給種苗繁殖專業苗圃及各級試驗單位。至 85 年為止本制度共培育椪柑等 22 個柑橘品種合計 36 品系，總共供應芽數達 70 餘萬以上。然而由於柑橘類果樹從種苗定植後要成長到結果年齡需時至少三至四年，其間植株再遭受病原感染的情況難以避免，加上近年來本土柑橘類水果受到進口水果的衝擊，競爭力薄弱。果農更新果園種苗之意願相對減弱，因而影響了無毒柑苗的推廣。不過晚近由於一個無毒化新品系柑橘在花蓮地區的推廣受到農民之歡迎，該品系無毒種苗之需求突然遽增，此現象除再度反應健康種苗為農業生產之根本外，更適時給予研發團隊長年努力的應有肯定。

四、 百香果

百香果別名時計果，我國之經濟性栽培生產始於 1964 年，產地集中於南投、嘉義及台東等縣，當時所栽培之品種乃自中南美洲引進之黃色品種，此一品種必須藉由人工授粉才能結實，因此人工成本上不符經濟效益。1975 年農試所育成可藉由昆蟲授粉之"臺農一號"，解決人工授粉之栽培瓶頸，造成產業之突然躍起，面積大幅成長。然而台農一號為一代雜交品種，必須以無性嫁接方式繁殖種苗，因此病毒病即隨著臺農一號之推廣而逐漸擴大蔓延，影響所及，百香果產量及品質急遽下降，造成當時蓬勃發展之百香

果果汁外銷產業於二年內全面停頓。農民因此紛紛轉作，1986 年後我國每年栽培面積不及四百公頃，病園充斥各地，不僅產量低落且果實品質極差。農試所自 1981 年起著手此一病害研究，共證實至少有 PWV 等四種病毒危害本省百香果。爾後陸續完成上述病毒抗血清之製作與快速檢定法之發展，並於 1988 年完成無病毒健康百香果苗繁殖與供應体系之建立。此体系乃由鳳山分所及農試所總所分別設立無病毒原原種母樹保存園，種苗繁殖之工作則技術移轉予專業種苗商，並由種苗商自行設立採穗母樹園，各級繁殖母樹均由農試所植病系負責定期病毒檢定。自 1989 年開始此無病毒苗繁殖供應體系已正常運作至今，最大產能每年可繁殖二十五萬株果苗供應全省。爾後由於農試所經田間實際栽培試驗後掌握病毒病之再感染生態，而研擬出整體防治策略，且經過防治效果評估試驗，證實應用無病毒苗可有效延遲病毒病發生時期，降低最終發病率，而百香果之產量、品質及農民收益均可大幅度提升，故獲得農民認同全面採行。此一防治策略自 1988 年實施以來已使我國百香果產業擺脫病毒病之威脅，得以再創生機，至今百香果無毒健康種苗生產與供應仍由業界自行運作，每年均能穩定供應國內所需甚至外銷。由於健康種苗供應量的限制，國內百香果栽培面積也相對受到限制不至於無限量的擴張，因而也確保栽培者的獲利空間，多年來均未發生果賤傷農的情事。這也是妥善運用健康種苗的另一項有利效應。另外一方面，1988 年間政府所扶植的健康百香果種苗場至今仍正常運作，不僅穩定獲利，更向其他作物之優質種苗供應發展，衍生成為國內重要之種苗供應業者，對農業之發展具正面之意義。

五、 綠竹筍

本省綠竹筍感染竹嵌紋病毒之情形非常普遍，感病植株除葉部出現嵌紋病徵外，植株生育不良，竹筍之產量不僅降低且品質低落。據台南區農改場之調查，我國綠竹筍主要產地嵌紋病發生面積有增無減，部份地區如五股、關廟其發病幾達百分之百。由於本病毒主要靠機械傷口傳播，目前並未發現媒介昆蟲參與病害之流行，因此推斷應用無病毒種苗應可取代現

有發病植株，而恢復綠竹筍之生產力。台南場於 1980 年開始於新化分場內設置無病毒苗繁殖母樹園，並於關廟地區進行無病毒苗防治效果之評估，結果確定栽培無病毒苗可增產 18－48％，且所收穫竹筍品質有明顯提升。1991 年起該場陸續於白河及關廟地區協助農民設立無病毒繁殖苗圃以加速種苗之繁殖，供筍農更新之用。至 1996 年為止共繁殖二萬餘苗，推廣面積近 85 公頃，防治效果極為顯著。然而晚近聽說二處重要的無毒健康綠竹筍苗的保存田受到大水的衝擊，已經破壞殆盡，筍苗的供應勢必受到影響。加上近年來受到進口綠竹筍的競爭，及國內筍農的老化，栽培意願已經嚴重低落，影響所及未來我國健康竹筍種苗之需求可能即將劃下句點。

六、 香蕉

香蕉為我國傳統之經濟果樹，萎縮病、黃葉病及嵌紋病等三種系統性病害為香蕉生產上的主要威脅，早期我國蕉苗之繁殖主要以無性繁殖之吸芽苗為主，因此上述三種病原會隨蕉苗之無性繁殖而傳播至後代的吸芽苗，影響栽培的效益。台灣香蕉研究所自 1983 年起開始建立健康蕉苗培育體系，利用分生組織組織培養技術大量繁殖經過檢定之無病健康苗，供應全省蕉農種植。在過去 20 年來該所總共推廣健康蕉苗數仟萬餘株以上，對壓制病害發生、提昇台蕉品質與農民收益卓有貢獻。然而近年來政府改變香蕉產業一貫交由青果合作社統籌對日銷售的政策，開放民間貿易公司自由競爭市場，導致各公司自行發展香蕉品系之繁殖體系，因而造成累積數十年經驗之半官方式健康蕉苗供應體系之瓦解，雖然目前已自然形成一個自由競爭市場，但是短期間由於缺乏具有公信力之品質驗證機制，農民可能無法避免受到價格競爭下低品質蕉苗的拖累而受到經濟損失。此一態勢可能需要一段時間的盤整，優質的種苗才會出頭並再度受到農民的青睞。

七、 甘藷

甘藷為本省最大宗之雜糧作物。據農試所嘉義分所之調查，病毒病之感染為部份甘藷品種栽培後產量低落之主要原因。甘藷種苗之繁殖乃以無

性方式為主，一旦親本原種受到病毒感染則所繁殖之無性後代種苗便會全面遭受感染，病毒隨此等無性繁殖苗四處傳播，早期且全面發病的結果容易造成甘藷產量及品質之低落。尤其近年來農試所嘉義分所育成多種特殊的甘藷品種，有些具有特殊的風味、顏色或營養含量，受到消費者的喜愛。這些甘藷品系已經擺脫消費者視其為傳統雜糧作物的認知，儼然形成一種新興的高經濟園藝作物，因此近年來其種苗之需求與日遽增。但近十年來卻發現某些地區甘藷病毒病發生極為嚴重，農民從發病田保留的薯種育苗栽培後，病勢愈形嚴重，甚至無法收成。嘉義分所利用抗血清篩選出無病毒原原種，再利用組織培養大量增殖種苗，形成原種，原種交由特定農民在網室中育成阡插苗對外銷售，目前每年可生產 40 萬健康無病毒苗，供應全國各地農民種植。經田間實際栽培試驗證明，無病毒甘藷可較罹病株增加產量 10-30％以上，且塊根品質有顯著提升，效果獲得農民的肯定，因此每年健康甘藷苗均有一定的需求。在官方及業者的合作下，甘藷的健康苗產業已經踏出穩健的腳步。

八、 紅甘蔗

紅甘蔗為本省鮮食用甘蔗，利用無性仟插苗為主要之繁殖方式。多年來農民由於自行留種，因此絕大部分紅甘蔗均已普遍感染嵌紋病毒(Sugarcane mosaic virus)及宿根矮化病原細菌，產量與品質普遍低落。十多年前台灣糖業研究所陳主得博士利用溫水處理及配合分生組織培養，獲得無病原感染之原原種，且發展出一套可以在十個月內由一支莖頂繁殖成為一公頃蔗園之模式，並且經過田間栽培測試確定具有提升品質與產量之效果。唯後來由於糖研所轉型及人員的退休，此一成果並未進一步全面推廣或技轉民間應用，殊為可惜。

九、 長豇豆

長豇豆為本省重要之夏季蔬菜。病毒病為其生產之重要限制因子，嚴重影響豆莢之產量與品質。病株種子有帶毒現象，栽培後成為田間感染源，

再經人員操作及蚜蟲媒介可造成病害早期流行，影響植株之生長與結莢。筆者歷經兩年之發病生態調查，確定豇豆病毒病之廣泛流行乃肇因於種子普遍帶有黑眼豇豆嵌紋病毒(Blackeye cowpea mosaic virus, BlCMV)所致。故於 1990 年以抗血清篩選出"三尺青皮"品系之無病毒豇豆單株，採收其種子而為無病毒原原種。嗣後將技術轉移種苗改良場續以田間網室大量採種，供農民栽培，而發展成為無病毒豇豆種子生產模式。1990-1993 年間於高樹及溪洲等產地進行栽培比較試驗，證實確有延遲病毒病流行之效果，且豆莢之產量及品質也顯著提高，而農民收益可因此提升 32 - 74%。此一模式所生產種子已由農林廳於 1993 年起正式推廣，普遍獲得農民之認同與肯定，所生產之種子供不應求，推廣總面積超過 320 公頃。防檢局於 2005 年起推行豇豆無病毒種子驗證制度，種子交由民間業者繁殖，在透過驗證制度監控其品質，目前里港農會及其轄區部分農戶均有參與無病毒種子之繁殖，也獲得防檢局驗證的認可，產業逐漸自我成形。

十、 草莓

草莓生長過程中主要面臨病毒病與細菌性青枯病之威脅，病毒會造成草莓生長緩慢，產量與品質之低落，而青枯病細菌會侵入疏導組織造成植株之萎凋死亡，此二種病害都會隨草莓之無性繁殖而傳播至後代種苗，造成栽培成果一代不如一代。本省草莓栽培主要集中於苗栗大湖地區，多年前即已注意到所謂品種退化問題，種苗繁殖改良場與中興大學植病系盧耀村教授合作，由前者進行種原與基本種之培育，而後者則負責病毒之檢查，獲得優良之基本種後由種苗場負責原原種之大量繁殖，再交由鄉鎮農會或有經驗之農民，於隔離地區繁殖採種圃，所得種苗再供應給草莓農戶栽培。過去農林廳時代之種子檢查室曾經將草莓列為例行檢查的項目，全程監控草莓種苗之品質，合格者方得供應農民栽植，因此此模式下所生產之草莓種苗品質及栽培後之效果獲得農民之肯定，體系之運作極為正常。可惜的是自從精省後種子檢查室改隸農糧署，轉型成為種苗管理科後逐漸淡出健康種苗檢查業務。目前種苗場雖然仍舊執行草莓種苗的繁殖，但是缺乏第

三方單位客觀的檢查機制，多少會影響農民購買的信心與意願。此部分如何修正，有待各方思考努力。

十一、 蘭花

80 年代以來我國經濟快速起飛，但傳統糧食與果樹產業卻因工資與生產成本之提高，逐漸失去競爭力。不過花卉觀賞植物產業卻逐漸獲得重視。由於大部份花卉均以無性繁殖方式為主，因此其種苗之生產必需特別注意系統性病原之污染，否則所生產之花卉品質與產量均會受到影響。世界上主要花卉先進國家如荷蘭，對種苗病毒問題的解決特別重視與投入，因此其花卉產品與種苗至今仍獨領風騷，強居鼇頭。可見健康種苗生產技術之掌握，背後潛藏著極大的產業商機與發展能量。台灣自光復以來，曾經形成產業化栽培的花卉作物種類不少，早期的菊花、唐菖蒲曾經是外銷日本的大宗產品，近年來競爭力降低後，取而代之的是文心蘭、蝴蝶蘭與國蘭等蘭花類植物。尤其是蝴蝶蘭產業近十年來的表現特別亮眼，年外銷產值一直維持在 30 億元以上。文心蘭產業的表現也不差，目前台灣外銷之文心蘭切花仍然是日本市場市佔率最高的產品，國蘭則是多種蕙蘭類植物的統稱，外銷以韓國市場為主，統計每年也有 20 億元上下的產值。這些蘭花都是經由無性方式繁殖種苗，因此病毒病也成為界定種苗品質優劣的因素之一。

近十年來我國蝴蝶蘭產業隨國際產業的變動，主要之外銷品目已經由初期的切花或開花株，逐漸蛻變為組織培養瓶苗或中小型種苗，因此種苗品質的維護尤其病毒感染的排除，成為我國蝴蝶蘭產業未來能否持續發展之關鍵。尤其當荷蘭挾著過去百年發展花卉產業之經驗與優勢，近年來一直以無病毒種苗作為賣點，對我國蝴蝶蘭種苗外銷競爭力造成衝擊。筆者自 1990 年開始蘭花病毒之研究，陸續完成或推動「重要蘭花病毒種類之調查與鑑定」、「檢測技術之開發」、「防治策略之宣導與推廣」、「檢測服務之實施」及「蘭花種苗病毒驗證制度之實施」等工作。尤其最後一項種苗病毒驗證制度之推動工作乃為了能夠全面落實健康蘭花種苗之生產所設計並

獲得動植物防疫檢疫局之支持，於2001年開始規劃實施。雖然在觀念及原則上此一工作乃仿效過去50年來荷蘭的經驗，但是在執行方式上乃依照我國國情與產業型態加以調整。最大不同的地方在於我國並未將此制度予以立法，而仍以鼓勵性質代替全面之強制執行，讓合於標準之種苗獲得客觀之官方驗證，以提升其品質形象與競爭力。對於未申請驗證之種苗，並未強制取締。希望逐漸透過良性之競爭，經由健康種苗在栽培效益上之凸顯，獲得生產者與栽培者之認同，而達到未來全面採行驗證制度之境地。

推動初期先以文心蘭為模式作物，規劃各項制度、檢查流程、技術及人員訓練等執行細節，經過演練後，防檢局於2002年3月12日起正式公告實施我國首創之『文心蘭種苗病毒驗證制度』，同時防檢局也開始著手進行蝴蝶蘭種苗病毒驗證制度之規劃，原本預期在於2004年起即公告實施蝴蝶蘭種苗驗證。然而當時有部分業者反應，認為實施蝴蝶蘭種苗病毒驗證之時機尚未成熟，若貿然實施，業者恐會面臨國際上全面要求台灣蘭苗必須驗證之壓力，必會影響當時產業之競爭力。因此防檢局當時便順應業界之要求，暫緩實施而改為協助蘭界建立無病毒親本保存園及全面篩檢無病毒親本。其後經過與業界的持續溝通，並曾經透過問卷調查，確認絕大多數業者均支持此一制度之實施後，防檢局於95年4月28日正式公告實施『蝴蝶蘭種苗病毒驗證制度』。不過公告後，似乎叫好並不叫座，目前只有7件蝴蝶蘭進入申請程序。經過筆者徵詢國內主要業者後發現，國內已具規模之大型蝴蝶蘭公司與大多數小型業者間對此制度之實施意見頗為分歧。各方各有不同背景及不同考量，是非對錯難有定見。

十二、 彩色海芋

彩色海芋是近十年來國內外均頗為熱門的花卉作物，其豔麗脫俗的外表受到消費者的喜愛。荷蘭與紐西蘭是二個首先開發彩色海芋育種的國家，也是種球生產與外銷的大國。台灣在十幾年前引進後，由於氣候適合栽培，切花外銷日本時品質又受到肯定，因此中部地區農民紛紛投入生產。政府單位也開始研究栽培與種球繁殖技術的改進。初期甚至有大型業者投

入生產，企圖建立種球繁殖量產外銷的產業。但是由於彩色海芋特別容易受到細菌性軟腐病及病毒病之危害，影響種球的品質甚鉅。雖然在病毒病的研究與檢測技術上台灣團隊的成果不亞於世界水平，可以有效發展健康種球的繁殖系統，但是台灣高溫多濕的環境下卻難以有效控制細菌性軟腐病對於種球的危害，因此產業的發展受到極大的限制。晚近，農民的栽培興趣逐漸退燒，海芋種球產業之發展也因而漸漸降溫。當產業不再前進時，無病毒種球的生產技術似乎有無從發揮的壓抑感。

十三、 葡萄

葡萄是台灣重要的經濟果樹，栽培地區集中在中部台中、彰化及南投等地。主要的鮮食品種為巨峰，此品種乃由日本引進歷經數十年的栽培，被認為是最能適應台灣氣候風土的品種，但因長期經由無性扦插或稼接繁殖，有些果農認為品種有退化低產之現象。根據中興大學園藝系的研究，巨峰的確有品種老化的可能，因此透過組織培養技術重新誘發其幼年性，結果發現其組培苗在產量與品質上都有明顯的改善。因此中興大學與種苗場進一步配合病毒之檢定，建立健康葡萄種苗的繁殖系統，提供果農更新老化的果園。近年來此計畫成果普遍獲得農民的肯定，更新的果園也逐漸增加中。加上近五年來發生疑似入侵的新系統性病害，防檢局採取斷然清除的措施，加速農民更新之意願。不過此一繁殖系統乃透過組織培養，育苗的速度是否足以應付全面更新所需，加上病原檢測方面尚缺乏有系統的自我研發機制為後盾，仍仰賴國外現有試劑的供應，因此病原檢測的驗證機制可能是目前國內葡萄健康種苗系統尚有待努力的一環。

十四、 火鶴花

火鶴花大陸稱為紅掌，台灣之火鶴花產業主要以切花生產外銷日本為主。目前台灣火鶴切花是日本市佔率第一的來源。火鶴花早期被發現會感染穿孔線蟲，因而國外帶介質之種苗無法進口。本省所需之種苗均在本地組培生產，然後由種苗商培育成大苗出售給農民種植。部分大型種苗公司

與荷蘭廠商合作引進新品種，但也只能進口組培母瓶再由本地組培廠繼代增殖。火鶴花種苗生產最大的困難在於細菌性葉枯病的控制。此一病害曾經毀掉了夏威夷的火鶴產業。台灣早為此病害的淪陷地區，在本地如果要建立火鶴的種苗產業，除了必須重視線蟲問題外，細菌性葉枯病更是第一級危險病原，種苗若無法排除此一病原的危害或污染，當銷售後進入新栽培場內可於短時間內摧毀切花場的產能。過去防檢局一直將火鶴的穿孔線蟲列為特定危險病原，國內火鶴種苗必須經過檢查確定未感染穿孔線蟲才准予銷售。其實細菌性葉枯病的挑戰更大，對於火鶴產業的可能危害更鉅。但細菌性葉枯病並非特定疫病蟲害，無法列入法定管制。此部分其實可仿照蘭花、百香果及長豇豆等種子種苗之驗證制度，引進客觀的品質監控與驗證機制，讓合於品質標準的種苗能夠獲得政府的背書，也使火鶴花農能有管道購買高品質的種苗。相對的也使國外進口種苗之品質能夠受到牽制。如此對於細菌性葉枯病之控制與火鶴花產業之競爭力必有正面的助益。

其他需注意應用健康種苗以降低病害發生壓力之作物

過去以來，我國除上述作物曾經推行健康種苗生產體系作為系統性病害之管理的對策外，事實上我國農業生產中還有很多作物在其種子或種苗繁殖之過程中，會遭受病原之感染或污染，這些病原雖然不至於造成種苗全面的感染，但也會隨種苗之銷售而傳播，造成病害提早流行，而影響栽培成果。這些作物與其可能攜帶之病原種類均詳列於表二中，此資料顯示，可經由種苗傳播病原之作物種類涵蓋糧食、蔬菜、水果、豆類及花卉觀賞作物，僅表二中所列者已高達四十種以上，其中不乏多項本省未來農業之重點發展作物，如熱帶果樹之木瓜、楊桃、番石榴等，多項重要蔬菜如蕃茄、甜椒、辣椒及多項豆類蔬菜等，又如多種瓜果類及觀賞花卉作物等都有藉由種苗傳播之重要病害。這些作物中有部份作物之健康種苗重要性雖已獲得業界之普遍認同，然而或因生產技術尚未成熟，或因病原檢定技術發展尚未完備，因此其健康種苗之生產仍未付諸實行，此類作物包括果樹方面的梨及楊桃，瓜果類的扁蒲、冬瓜、苦瓜稼接苗、西瓜、甜瓜、洋香

瓜等，茄科之蕃茄、甜椒及辣椒種子。

部分花卉在種苗生產過程中會遭受病原之污染，例如火鶴花之細菌性葉枯病、滿天星之細菌性腫瘤病、星辰花與康乃馨之細菌性萎凋病與鐮刀菌萎凋病、蘭花類植物的鐮刀菌萎凋病及天南星科觀葉植物之根腐葉斑病菌等，此等病害雖不會形成全面感染，但少數之帶病原種苗會將病害傳入原本清潔之栽培環境中，並逐漸擴大蔓延，最後甚至造成全園發病而無法收拾之地步，過去夏威夷火鶴花產業幾乎毀於細菌性葉枯病之殷鑑不遠，值得國內農友警惕借鏡。

表二、可能藉由種子或種苗傳播病原之作物及病原種類

作物別	可能攜帶之病原種類
糧食作物	
水稻	稻苗徒長病鐮刀菌
玉米	露菌病菌、黑穗病菌
高粱	黑穗病菌
蔬果類	
蕃茄	蕃茄嵌紋病毒，萎凋病鐮刀菌、細菌性斑點病菌、早疫病菌
甜椒、辣椒	蕃椒微嵌紋病毒、細菌性斑點病菌
扁蒲、冬瓜	胡瓜綠斑微嵌紋病毒、細菌性果斑病菌
苦瓜稼接苗	多種病毒、細菌性果斑病菌
西瓜、甜瓜、洋香瓜等	細菌性果斑病菌
甘藍	細菌性黑腐病菌、黑斑病菌
豆類	
大豆、毛豆	大豆嵌紋病毒
落花生	多種病毒
皇帝豆	黑眼豇豆嵌紋病毒，胡瓜嵌紋病毒、黑腳病菌(莖枯病菌)
四季豆(敏豆)	菜豆嵌紋病毒、炭疽病菌
碗豆(荷蘭豆)	碗豆種媒嵌紋病毒、萎凋病鐮刀菌、炭疽病菌、葉枯病菌

表二(續)

作物別	可能攜帶之病原種類
果樹類	
梨	多種病毒、衰弱病菌質、葉緣焦枯病細菌
蘋果	多種病毒
櫻桃	多種病毒
桃	多種病毒
葡萄	多種病毒、皮爾斯病
楊桃	細菌性葉斑病菌
番石榴	立枯病菌
木瓜組織培養苗	木瓜輪點病毒
花卉及觀賞作物	
夜來香	夜來香微嵌紋病毒
聖誕紅	多種病毒
蝴蝶蘭	多種病毒、鐮刀菌萎凋病(黃葉病)
國蘭類	多種病毒、鐮刀菌萎凋病
金花石蒜	多種病毒
菊花	多種病毒、菊花矮化類病毒
天南星科觀葉植物	多種病毒、根腐葉斑病菌
火鶴花	細菌性葉枯病、芋頭嵌紋病毒
滿天星	細菌性腫瘤病菌
康乃馨	多種病毒、萎凋病鐮刀菌、細菌性萎凋病菌
星辰花	多種病毒、細菌性萎凋病菌
孤挺花	多種病毒
玫瑰	多種病毒、腫瘤細菌

我國過去應用健康種苗之經驗與檢討

前述十三種作物是彙整我國農業發展過程中曾經或仍然運用健康種苗策略進行病害管理的例證。這些實例均可充分證明此一策略對於病害管理的有效性。然而在執行面或實際運用面上並非每一種作物的健康種苗策略都可以運行無阻，甚至可以自然形成健康種苗供應之產業，在供需上形成平衡與自立更生的狀態。舉例而言，目前柑橘、大蒜、紅甘蔗、草莓、葡

萄及彩色海芋等作物其健康種苗的繁殖仍然僅由政府單位負責建構並供應，民間企業接手之意願並不高。歸咎其因在於建構此等作物健康種苗繁殖所需之病原檢測技術與人才均僅掌握在政府或學研單位，民間雖有繁殖種苗之技術但在缺乏技術背景之支援下，不敢貿然投入。其次這些作物運用健康種苗策略所產生之防治效益，雖有差異但並不顯著到有需要立即運用之迫切性。此等因素會使業者在商業運轉之評估上，對於市場需求面與獲利之空間上沒有十足的把握。這也就是為什麼這些作物之健康種苗繁殖只能由政府接手，站在整體防疫之角度上為民服務，而難以形成產業化之自然運轉。可惜的是，若一個作物的健康種苗生產不能轉為企業化常態經營，而只能靠政府維持的話，萬一政府因應產業變化在人才及資源投入上有所改變，此等作物的健康種苗生產勢必無以為繼，對下游農民的病害管理與栽培成果將會產生影響。

至於另外幾種作物包括馬鈴薯、百香果、香蕉、甘薯、蘭花、火鶴化及長豇豆都是在運用健康種苗之效果上有明顯之效益與必要性，因此產業上的需求面足以支持獲利的空間，而吸引民間企業之投資意願。這些作物的健康種苗系統在台灣有的已運作多年，產業穩固。有的則雖有改進的空間，技術上甚至在運作上或許需要政府的提攜，但基本上這些作物的健康種苗產業均已能夠自立更生穩健成長。其實這樣的境界才是產官學界所共同追求之目標，一味必須由政府資源的介入才能運作的健康種苗系統，意味著在需求面或效益面上有問題，可能必須檢討的是有否投入建構的必要性。綜合整理過去這 13 種作物的運作經驗，個人認為以下乃幾個影響健康種苗體系能否形成產業化自然運轉的關鍵。

一、運用健康種苗後所產生之防治效益

運用健康種苗後所產生之防治效果愈好，農民獲利的效益愈大，則運用健康種苗之意願就愈強。種苗市場需求量也就可能愈高。以筆者所推廣的百香果無毒苗為例，在民國 78 年進行田間試驗時，每甲地可以獲利數十萬元，防治效果極為明顯，因此造就了無毒百香果苗的需求熱潮，當時負

責繁殖的員林種苗至今仍穩定運作屹立不搖。

二、健康種苗之市場需求量

不同作物有不同的栽培特質，有些多年生作物栽培了健康種苗後，效果可以維持多年，如此便限制了市場的需求量，若健康種苗之需求量不高，就算防治效益很好，產業界投資的意願也不會很高。除非有國際市場的支撐，以台灣這樣有限的農業土地，也難有企業發揮的空間。上述的例子中葡萄就有如此的特質，近年來中興大學所推廣的健康種苗，效果雖獲肯定，但更新後效果可以維持長久，有限的需求量，可能無法吸引企業的投入。所以運用健康種苗的策略上，適當的病原再感染可能性反而會維持某種程度的種苗需求量，對於產業發展而言，反而是利多。

三、繁殖健康種苗之技術門檻

一個很容易繁殖健康無病原種苗的作物相對另一個技術門檻很高的作物而言，前者吸引企業的投入的機會反而較低。因為企業通常會將技術之掌握度與企業間之同質競爭列為評估之重點。技術門檻越高，未來企業間之同質競爭可能反而較少，永續經營之機會較多。再以百香果種苗為例，員林種苗場所建立的稼接技術雖然技術層次不高，但要一年內生產高達 20 萬稼接苗所需要之效率與管理門檻，卻輕易的限制了其他業者的介入，成為其經營上的特色。

四、病原檢測技術的掌握度

一個健全的健康種苗繁殖體系絕對需要有實戰型的病原檢測技術的支援方能成事。所謂實戰型的檢測技術就是在敏感度(sensitivity)、專一度(specificity)、可信度(dependability)、穩定度(stability)、效率(efficiency)及經濟性(cost effectiveness)上能夠符合產業需求者，而非只能在實驗室內進行少量樣品作業之昂貴研究型技術。有關適合產業應用之病原檢測技術的特性，請參閱筆者過去的文章。若一個產業能夠獲得實戰型檢測技術的穩定

支援，其投入的意願相對就會較高。不管這些技術是來自官方或民間，重點在於企業所需支付的成本高低與技術提供者的穩定與效率。我國過去所建立的健康種苗體系之檢測技術幾乎完全來自官方或學研單位，此種系統過去有低成本(政府負責研發並提供免費或低價服務)的優勢，但也有效率(公務員水平)與穩定度(人員更替與經費來源)不高的缺點。現階段國際趨勢乃將病原檢測服務予以企業化，一方面可扶持檢測服務型企業與試劑套組廠商的成長，一方面也可透過企業之良性競爭，提升檢測服務之效率與品質，測底解決過去技術效率與穩定度不符產業需求之缺失。當然企業本身若能將適當的檢測費用列為成本考量，也是一種健全的心態與作為，完全仰賴政府之支援反而限制了企業體質之健化。

五、 官方或客觀的品質驗證機制的有無

過去百年的歷史經驗說明，對於一個開發中的國家或者對於一個剛剛萌芽的作物產業而言，由官方之研究資源與公權力介入，建構出一個針對健康種苗品質的驗證機制對那一個國家的種苗生產業者而言應該有正面的幫助。例如荷蘭在 1950 年代所訂定之農業品質法(Agricultural Quality Act)，就運用了官方的研究與人力資源，為產業量身訂作了一個健康種苗繁殖與品質驗證的體系。導致荷蘭所生產之各種花卉、果樹、蔬菜及馬鈴薯種苗之品質獲得了全球各國的認同，造就了強大的產業競爭力。所以一個作物的健康種苗生產要能形成產業化自然發展，如果有客觀的驗證機制，將會使其種苗產品更具競爭力，那麼企業投入的意願將會明顯增加。只是，在執行驗證的方式與負責的驗證單位上，不同國家或產業會有不同的方式。但是有驗證絕對會比沒有驗證更有利於健康種苗產業之發展。

對未來我國健康種苗產業發展之建議與展望

一、 建構理想的企業發展環境，讓健康種苗產業自我提升，自然運轉

過去 50 年來台灣從戰後的百業蕭條逐漸步入現今已開發國家的格局。

初期政府全力投入農業發展，穩定作物的生產與供應。因此對於有利於作物栽培的健康種苗策略政府都主動投入全力支援。因此，前述之馬鈴薯、柑橘及香蕉等 13 項作物之健康種苗生產體系從技術研發、病原檢測、種苗量產與供應均由官方單位負責。爾後部分作物種苗由於防治效果顯著且市場有穩定需求，便漸漸轉由私人企業接手，形成自立更生商業運轉的模式。這些作物包括百香果、長豇豆、甘藷、馬鈴薯、香蕉、火鶴花及近年的蘭花。這些健康種苗種苗生產體系中部分作物種類有政府的驗證制度介入，保證其品質，例如過去的馬鈴薯、草莓、甘藷及長豇豆等。但大部分種類均缺乏種苗驗證機制之協助。

其實，可以脫離政府資源的長期扶持，形成商業運轉的種苗產業，絕對是未來種苗產業的發展趨勢。因此政府如何建構一個公平公開讓民間企業樂於投入的產業環境，以免政府長期背負生產與供應之責任，應是有智慧的作為。

個人認為針對市場上對健康種苗有穩定需求的作物而言，政府無須過度介入，可以讓企業形成自由競爭，消費者(農民)自然會對企業產生品質提升之壓力。當然如果能夠輔導客觀獨立的民間單位建構種苗驗證的機制，讓種苗業者產生自律及品質評估機制，將更有助於種苗產業贏得下游消費者的認同，而提升其競爭力。

不過過去的發展經驗中我們發現政府必須很明確的宣示這些健康種苗產業是否要完全由企業接手，讓企業投入前能有確實的評估。不能一方面鼓勵企業投入，一方面則任由部分官方或學校單位在接受政府計畫補助資源下與企業形成不公平的競爭。此種情況過去在國內經常發生，也有部分企業透過關係獲得政府實質的補助，如此將會在企業競爭下產生不公平狀態，而影響企業的投入。

二、針對健康種苗市場需求量不高的作物種類，輔導企業接手形成商業運轉

對於健康種苗市場需求不高的作物種類而言，站在病害管理及維護農

業環境安全的角度上，政府的輔導與資源的適當介入可能無法免除。否則企業基於獲利的考量而不願投入下，此類作物健康種苗之穩定供應會有實際上的困難。因此筆者建議政府可以採取如下之作為：

1. 在技術研發上由政府單位負責，再將所開發之成果以技轉或產學合作方式輔導業者建立商業運轉的生產模式。
2. 在技轉金方面必須給予企業某些程度的方便，或者給予以實質的補貼，讓有心的業者能夠減少投資上的負擔。
3. 針對健康種苗生產上例行所需之病原檢測技術，政府可以針對這些為維護農業環境安全而付出的種苗企業，補助其檢測費用，如此將可降低企業的成本，提升其投入的意願。畢竟這些作物的健康種苗需求量可能不高，企業獲利的空間不大，但基於農業安全的社會責任，對投入生產者有所支援，仍然符合社會公平之原則。
4. 輔導檢測服務企業的發展。過去政府有關健康種苗所需之檢測均由官方或學研單位負責，種苗企業雖可以尋求此類單位之協助，但其服務效率與態度往往不符企業的期待。過去也曾發生當負責檢測的單位或人員變動，服務立即受到影響甚至終止，企業則求助無門，影響種苗生產的正常運作。針對此現象，一方面當然可由企業自行建立檢測實驗室因應，但是設備、人才與例行損耗等成本考量，對企業的營運並不經濟。筆者認為應該可以由政府輔導成立私人檢測服務公司，透過技轉程序將政府或學研界所研發之檢測技術建構於企業體內，再由企業對種苗業者提供有償但有效率之檢測服務。如此一來，可以避免政府單位人員或政策的變動，而種苗產業界又可以專心於種苗之量產，無須擔心技術來源的穩定性。另外當種苗業者將檢測的付出列入企業經營的固定成本考量下，可確實離棄政府資源之滋養，促進企業體質的健化。不過在扶植私人檢測服務型產業的同時也需注意應限制官方或學研界的有償服務系統的同質競爭。此等運用公部門資源所進行之檢測服務，會影響企業投入的意願。當然公部門所提供之檢測服務可能較有公信力，但是其服務態度與效率通常不敷企業需求。不過現階段國際趨勢下先進國家均將檢測服務交由企業接手，企業在政府的扶

持下或規範下，其實其公信力的建立是可以在短期間內成形的。政府只要訂定好規範，其研究人員即可專職於新技術開發，不必同時兼顧對產業界的服務。由企業界執行之有償服務更可豐富稅收，達到使用者付費、租稅公平的境地。

三、建構健康種苗品質之驗證制度

從荷蘭農業發展的歷史經驗看來，建構一個客觀公正的種苗品質驗證體制，對於種苗產業而言絕對會有正面的幫助。不過筆者認為，政府所運作的驗證體系對於農業發展處於萌芽期的國家而言，在執行上的抗拒性較少，因為所有企業會一同受益。然而對於處於已經高度企業化的社會裡，由於企業間之體質不同，政府的介入，可能引發不同體質企業間的不同反應。各方意見紛歧下，在執行上會比較棘手。

其實驗證制度的有無並非發展健康種苗產業的絕對必要條件。過去的歷史也證明，世界上不乏企業自行建構的健康種苗體系獲得國際產市場的認同，而具有極高之競爭力。不過這些企業通常要經過長年累積之品質與企業形象來維繫其市場認同度，較之透過客觀的認證制度所獲得的品質認同是比較辛苦的方式。但是若國際上產生一個客觀的驗證制度時，這樣的企業其品牌優勢將會受到擠壓，因為其他廠牌將可輕易透過驗證而獲得相似的品質認同。這或許對於已長期投入的老牌企業而言不甚公平。但事實上驗證制度的實施多半基於對消費者的考量多於對生產者的保護，此一國際趨勢雖然無奈但也難以抵擋。目前我國發展中的蘭花產業就是面臨上述抉擇，是否要由政府介入，建構種苗驗證系統，或任由產業自行發揮，適者生存。政府介入後，可以全面提升產業內所有成員的競爭力，但對於已經穩健紮根的老品牌企業好不容易所建構的品質差異性可能會有所影響。站在政府的角度，是應該讓所有企業成員同享成果，還是必須尊重市場機制讓努力者獲得適當的回饋。這是一項頗為困難的抉擇。

不過，近年來的國際趨勢發現可以透過民間策略聯盟，由產業自律形成驗證機制，政府僅止於技術面之輔導，如果業界共識能夠形成，政府也

就樂觀其成。畢竟產業界的主動動能才是永續發展的關鍵基礎。而且在一個穩定與高度企業化的社會裡，企業的效率與對於成本的管控常優於政府的體制，因此由政府公權力所運作的種苗驗證機制，在效率與成本上常會受到企業界的詬病，認為反而降低企業的競爭力。其爭議點不在於政府驗證之品質與公信力，而是相同的驗證品質、客觀度與公信力已經可以透過企業聯盟的自律達成，而其間企業執行的效率與成本通常遠低於政府所執行者。事實上，現階段國際上許多的品質認證通常透過基金會或民間聯盟來推動，例如 ISO9001、HACCP、EUROGAP 及 EPPO 等，這些民間機構的認證經過多年的推動，事實上其公信力不會低於個別國家自行推動的認證，因為其在客觀性與獨立性上更為突出。

結　語

由國內數十年來在健康無病原種苗之發展歷程與經驗中可以明顯看出，健康種苗之應用的確具有顯著之防治病害效果，然而過去基於有限之人力，農政單位與研究人員僅能選擇少數重要作物進行健康種苗生產體系之開發與推廣，然而由表二所列之資料可以看出，事實上還有很多關係未來我國農業發展之重要作物種類，會受到由種苗傳播病害之威脅，而嚴重影響其栽培與生產。而我們至今尚未針對這些作物與病原，發展出有效可行之健康種苗生產模式，供農民或產業界應用，事實上這將是未來農業界必需結合產官學三方資源共謀解決之地方。過去之經驗已經明確地展現健康種苗之應用，必能有效保護作物之正常生長，減輕、延緩、隔離甚至根除病害對作物之威脅，同時由於化學藥劑防治之頻度與量之減輕，必能對環境之保護與生態之平衡有正面之回饋。

謹以本文略敘過去我國應用健康種苗策略之回顧，與筆者整理後的幾點檢討，再加上筆者對於未來產業應努力之方向與可能之作法。筆者才疏學淺，所提資料恐有疏漏，建言之處或有窒礙難行不符實際之點，但謹代表個人淺見，尚請各方先進不吝賜教。

參考文獻

1. 王博仁、盧耀村 1973. 感染毒素病馬鈴薯組織培養治療法。中國生物科學 2:19-24.
2. 王博仁、黃麗春 1974. 大蒜莖頂生長點培養。中國園藝 20(2):79-87.
3. 文紀鑾 2001. 彩色海芋組培苗大量繁殖技術。農政與農情 196：
4. 吳榮 1994. 馬鈴薯健康種薯之繁殖與檢查。p. 255-264. 根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊。 361 pp。
5. 何陽修、蔡瑜卿、黃泮宮 1996. 球根花卉健康種球生產。p. 100-105. 球根花卉產業研討會專刊。農林廳種苗改良繁殖場編印。280 pp.
6. 林俊義 1984. 大蒜嵌紋病對大蒜產量與品質之研究。中國園藝 30(3):165-172.
7. 林昭雄 1985. 熱帶地區大蒜健康種苗培育技術之研究。中華農業研究 34(3):279-291.
8. 林昭雄、曾紹均 1988. 大蒜無病毒種蒜繁殖。蔬菜作物研究彙報 p.188-192.
9. 林上湖、鐘文全、張定霖、姚士源 2008. 台灣馬鈴薯種薯栽培現況。農政與農情 192;65-69.
10. 涂振鑫 1998. 蘭花病毒病檢定法之建立與推廣。台灣農業 34:1-7.
11. 張清安 1996. 球根花卉病毒及預防。p. 160-173. 球根花卉產業研討會專刊。農林廳種苗改良繁殖場編印。280 pp。
12. 張清安 1997. 本省應用無病毒種苗之回顧與展望。植物保護學會刊 39:63-73.
13. 張清安 1999. 健康種苗與永續農業。永續農業 10:39-47。
14. 張清安 2001. 花卉產業與健康種苗之關係。永續農業 15:8-16.
15. 張清安 2005. 種傳病毒之特性、檢測與管理。植物病理學會刊 14:77-88.
16. 張清安 2005. 健康的蘭花種苗。科學發展 392:16-25。
17. 張清安 2006. 驗證制度與健康種苗產業之發展。農科新世紀 5:23-29.
18. 張清安 2006. 健康種苗體系之國際成功案例。農科新世紀 5:30-31.

19. 張清安 2007. 驗證制度與健康種苗產業之發展。種苗科技專訊 57:10-13.
20. 張清安 2007. 蘭花種苗病毒檢測與相關產業發展趨勢。農業生技產業季刊 9:42-48.
21. 張清安 2007. 我國蘭花病毒病害防治之策略、歷程與未來展望。台灣植物保護發展願景研討會專刊。P. 115-134。動植物防疫檢疫局、台灣昆蟲學會及國立台灣大學昆蟲系 編印。台北。264 pp。
22. 張清安、李紅曦、陳金枝、林玫珠、王昭萍 2003. 台灣文心蘭種苗病毒驗證制度之研擬與展望。植物病理學會刊 12:141-148.
23. 張清安、林瑩達 1992. 無病毒百香果苗栽植後之再感染生態及其防治病毒病效果評估。植物病理學會刊 1:140-146.
24. 張清安、揚佐琦、詹竹明、陳金枝 1994. 無病毒豇豆種子之生產與應用。植物保護學會刊 36:313-325。
25. 陳主得、梁耀光 、江炳輝、謝丙丁 1994. 莖頂培養快速繁殖紅甘蔗健康種苗之研究。台灣糖業研究所研究彙報 No. 144, p. 33-41.
26. 葉忠川、鄭安秀、黃和炎 1992. 竹類嵌紋病發生調查與無病毒綠竹苗示範推廣。台南區農業改良場研究彙報 No. 29, p. 82-88.
27. 黃新川 1996. 無毒化健康蕉苗之培育。p. 1-6. 健康清潔植物培育研習會專刊。中華民國植物病理學會編 248 pp.
28. 盧耀村、林俊義、許芳源 1992. 馬鈴薯無病毒種原之培育與應用。p. 325-347. 病蟲害非農藥防治研討會專刊 359 pp.
29. 羅淑芳、廖嘉信 1994. 甘藷健康種苗培育。p. 247-254. 根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊 361 pp.
30. 蘇鴻基 1996. 無毒柑桔種苗之培育。 健康清潔植物培育研習會專刊。中華民國植物病理學會編 248 pp.
31. 動植物防疫檢疫局 2002. 文心蘭無病毒種苗驗證作業須知。p. 248-256. 文心蘭專刊。孫慧慈等編輯。台灣區花卉發展協會 出版。269 pp。
32. Chang, C. A. 2008. Economically important orchid viruses; how to identify and produce clean orchid plantlets. Orchids 77(9):668-671.

Some Reviews and Prospects of the Application of Healthy Planting Materials on Disease Control in Taiwan

Chin-An Chang
Graduate Institute of Biochemical Science and Technology
Chaoyang University of Technology, Wufeng, Taichung County 41349, Taiwan, ROC
Email: cachang@cyut.edu.tw

ABSTRACT

Healthy planting materials are the foundation of a fruitful production of agricultural crops. They are essential to promote normal growth, a good start, at the early stage of crop production. They are also vital to slow down, decrease or sometime it can minimize the disease epidemic during later stage of growth development. In the past centuries, people have already fully experienced and realized that by the application of healthy planting materials strategy diseases can be managed reasonably. Our country started at the early 1970s the establishment of mass production of virus-free seed potatoes and proved they were effective to control virus diseases. Since then, there have been more than 13 crops implementing with healthy planting material propagation programs. However, some but not all the programs obtain positive effect on the disease control. Some of the healthy planting material production systems have transformed into sectors of private agricultural business, while some of them are still depending entirely on governmental support to maintain normal production. This paper is to review the experiences gained on the implementation of healthy planting material programs in 13 different crops in Taiwan in the past 5 decades. I will also discuss about some factors that may affect the successful privatization of the propagation system. Furthermore, my personal opinions on the prospects of application of healthy planting material strategy on disease control in Taiwan will be discussed herein.

Key words: pathogen-free planting material, disease control, virus, pathogen

農藥合理化使用的現況與展望

高清文[1,2]、李敏郎[1]
[1] 行政院農委會農業藥物毒物試驗所
[2] 連絡作者，電子郵件：cwkao@tactri.gov.tw

摘　要

農藥使用為田間不可避免之管理手段之一，因此如何合理使用農藥，達到有效防治害物目的，進而生產無農藥殘留疑慮之農產品，乃為近代安全農業之主要宗旨。農藥合理化使用原則為確認防治對象後，了解害物為害模式、發生季節與條件，選擇登記使用之農藥種類，在適當時機時，依農藥標示上之使用方法、推薦濃度及施用次數進行防治，並在農藥標示上規定之安全採收期過後進行採收。當農業生產人員依上述原則施用農藥時，無農產品之農藥殘留疑慮，然而政府衛生單位抽驗上市農產品，常有「使用未登記藥劑」及「超量使用」等違規案件發生，分析其原因，在於廠商登記基於市場考量，僅登記大宗作物或具經濟意義之作物，對主要作物上之次要害物及次要作物上之主要害物等「少量使用」之作物及害物均未登記使用。另一方面，生產者為確保農產品品質及害物無登記使用藥劑可用情形下，迫使他們採用「未登記使用藥劑」進行防治，在這些因素下，使得「少量使用」無登記使用藥劑的問題不斷出現。為整體解決此一「少量使用」問題，政府正研擬「作物群組化的農藥使用制度」草案，希望透過「代表作物」及「代表害物」原則，延伸藥劑使用範圍，使得「少量使用」問題得以解決，同時對廠商登記意願有所幫助外，也使政府得以完善農藥管理，可減少農藥使用種類及施用劑量情形下，營造農友、廠商及政府三贏局面。

關鍵詞：農藥、合理化、少量使用、代表作物、代表害物。

緒　言

一、農藥定義

「農藥」定義，依政府公告之「農藥管理法」第一章第五條內容，「農藥：指成品農藥及農藥原體」,「成品農藥：指下列各目之藥品及生物製劑：(一)、用於防除農林作物或其產物之有害生物者。(二)、用於調節農林作物生長或影響其生理作用者。(三)、用於調節有益昆蟲生長者。(四)、其他經中央主管機關公告，列為保護植物之用者。「農藥原體：指用以加工前款各目成品農藥所需之有效成分原料。但經中央主管機關公告可直接供前款各目使用者，視為成品農藥。」，簡言之，凡是能夠做為保護植物者，依規定申請登記成農藥，進行藥效、藥害及殘留消退試驗後，經審查通過由政府公布者，即為合法登記農藥。

二、農藥種類及銷售統計

農藥種類依防除對象，可分成殺蟲劑、殺蟎劑、殺線蟲劑、殺真菌劑、殺細菌劑、除草劑、殺鼠劑、除螺劑、除藻劑等種類。其中殺真菌劑及殺細菌劑常被歸類到「殺菌劑」，而殺蟎劑也常涵蓋在殺蟲劑內。根據農委會防檢疫局公布資料，2007 年國內成品農藥銷售統計中，銷售金額前三名依序為殺蟲劑、除草劑及殺菌劑(表一)，分別為 19.7、15.4 及 15.2 億元，國內成品農藥合計銷售 53.2 億元，而農糧署農糧統計之公務統計中，2007 年臺灣地區農產品生產總值達 1683.7 億元(表二)，由此可知農藥支出費用，佔當年度農產品生產總值約 3.16%。

三、農藥合理化使用原則

現代農業生產採用集約式生產模式，當害物發生及蔓延時，基於管理成本考量，必須儘速將害物抑制到可接受的經濟門檻下，施用農藥成為農業生產者最常使用的手段。因此考量現實情況及管理問題，如何「合理化使用農藥」以達到安全、有效防治害物且節省管理成本因素，便成為現代

農業管理人員必須深思熟慮的課題。農藥要「合理化使用」，其原則簡述如下：

(一) 確定防治對象：確定要防治對象是由病菌、害蟲、害蟎、雜草、害鼠、線蟲等何者引起後，才能選擇正確的防治方式與藥劑。了解害物發生的季節與條件，是「用藥時機」的關鍵點。

(二) 選擇已登記之農藥種類：在確定防治對象後，應選擇已登記使用之藥劑進行防治，避免「使用未登記藥劑」之「違規用藥」情形。

(三) 按農藥標籤上的說明使用：由於國內登記藥劑已通過國內三場試驗及審查，農藥標示上的說明即為最適當之使用方式、施用濃度及施用次數，切勿擅自提高濃度及增加施用次數，如此可避免增加田間害物族群產生抗藥性機率。在防治害物上，須建立「預防勝於治療」的觀念，如此可降低管理成本。

(四) 按『安全採收期』規定採收農產品：由於農藥登記時，歷經國內藥效、藥害及農藥殘留消退試驗，因此過了安全採收期所收穫之農產品，其農藥殘留量是最低、最安全的時候。

表一、2007 年國內成品農藥銷售記錄 [1)]

類別	金額(千元)	有效成分重量(公噸)
殺蟲劑	1,967,664	3,029
除草劑	1,540,001	3,905
殺菌劑	1,522,634	2,306
殺蟎劑	154,677	153
殺線蟲劑	35,050	27
其他	104,036	72
合計	5,324,062	9,492

[1)] 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。農藥資訊服務網。農藥統計。農藥產銷統計。2007 年國內成品農藥銷售統計表。

http://pesticide.baphiq.gov.tw/statistic_detail.aspx?sn=29

表二、2007 年臺灣地區農產品生產量值表 1)

作物類別	產值(千元)	產量(公噸、千打、千盆)
稻米	26,091,341	1,098,268
雜糧作物	6,274,954	383,889
特用作物	7,879,550	847,512
蔬菜類	50,163,199	2,603,650
果品類	65,595,349	2,654,024
花卉	12,364,065	160,760
合計	168,368,459	-

1) 行政院農業委員會農糧署。農糧統計。公務統計。96 年。臺灣地區農產品生產量值。http://www.afa.gov.tw/GrainStatistics_index.asp?CatID=3

農藥的使用，得依農藥「標示」上敘明之作物及防治對象使用，若是該作物未登記該藥劑而使用，即為「使用未登記藥劑」之「違規用藥」事件。另一個「違規用藥」事件，則是「超量使用」，即採用「登記使用」藥劑進行防治，但未依「安全採收期」規定而提前採收，或使用次數過多，或提高「推薦濃度」使用，均會造成「超量使用」的「違規用藥」事件。上述「違規用藥」情形，均會引起消費者對農產品之農藥殘留量是否過高的疑慮，然而當農藥使用均依標示說明施用，則不會造成上述任何「違規用藥」情形，而消費者關心之農產品「農藥殘留」問題也不會發生。

四、農藥合理化使用的案例說明

以作物病害做為農藥合理化使用的案例說明。作物病害的發生，受作物抗感性、病原菌之病原性強弱，環境條件是否適合發病與時間進展等綜合因素影響下，才有可能發展成主要病害或流行病。因此在論及如何合理使用農藥時，首先得對一個病菌之生活史有所認識後，配合植物流行病學及農業藥劑學的觀念，方可在該植物病害尚未大量發生前，於最適當之防治時機進行「預防勝於治療」之病害管理模式，如此方能以最少成本達到最大之防治效果，且可產生無農藥殘留之安全農產品供消費者使用。

一般而言，當病害發生，首重病菌存活場所，若是殘存於土壤中，則須進行土壤清潔，或種植非寄主作物種類，此時不可依賴農藥，不但無法達到清潔土壤，反而造成農藥污染情形；若是殘存於栽培介質中，例如文心蘭花枯病，則可將栽培介質以農藥浸泡，達到清潔介質的目的；若是殘存於種子，則利用農藥進行粉衣保護，例如玉米種子粉衣滅達樂以防治露菌病。其次為初次感染源的感染時間與位置，若是苗期感染，則應在苗期進行防治，例如草莓白粉病與莧菜白銹病。

由於植物病害主要藉由風、水等方式傳播，因此透過流行病學的研究，可以知道一個病害發生的條件、病勢進展的速度，進而調整用藥種類與用藥時機，亦是合理使用農藥的重要參考依據，例如花卉灰黴病主要發生在低溫高溼環境下，若是可以改變環境條件，再配合適當、少量之藥劑處理即可成功防治灰黴病；若是不可改變環境條件，例如露天栽培之百合，在生長季節易受灰黴病菌為害，則可監控大氣之溫度與相對溼度是否達到發病條件而進行保護性之化學防治，即可使減少或降低病害發生情形；另一個方式則於病害初期，先行人工去除病株與病葉後，再進行化學防治，可有效控制病害發生情形，若讓灰黴病在田間爆發時才進行治療性防治，此時則事倍功半，毫無防治成效可言。

概言之，要使農藥合理化使用，必須對植物病原菌種類、發病條件、發病時機、病勢進展速度有所認知後，選擇正確的農藥種類、防治時機與施用位置，於該病害環中最適合切入之防治時機進行化學防治，可收事半功倍之防治成效，達到安全農業之標的。

農藥合理化使用的現況

一、農藥合理化使用之法制面

依「農藥管理法」規定，政府對農藥品質、使用及殘留量均有所規範。在「農藥品質」監測上，無論「農藥上市前後」或「上架期間」，均由政府不定期抽測，取締偽劣藥，確保市面上的農藥品質如標示上所宣稱之含量，

且其增效劑均符合規定，不純物在容許範圍內，藉此保障使用者的權益與使用時之健康安全。在「農藥使用」上，主要是依照生產管理者經驗判斷、專家建議、農藥銷售商推薦，選擇國內已登記使用之農藥種類，在適當防治時機時，依農藥標示說明之使用方法、施用濃度及次數進行防治；當農業生產者依該農藥標示上使用說明進行害物防治時，除確保該藥劑藥效及防治效果外，也可避免田間害物族群產生抗藥性的機率，避免日後「藥效喪失」及「無藥可用」的問題。在「農藥殘留量」方面，則是定期及不定期抽測產地、市場、超市農產品，對農產品上的農藥殘留量進行檢測，確保市面上的農產品安全無慮，即保障消費者健康。

二、農藥違規用藥案件分析

當農業生產者按上述規定使用農藥，應可有效防治及抑制害物發生與蔓延，且農產品無農藥殘留問題。雖然政府為保障使用者及消費者權益及安全，透過上述法制面執行種種把關工作，然而基於市場的需求及收成品質的考量，農友在無合法藥劑可用的情況下，時有違規用藥的情事發生，而遭處罰鍰。

據衛生署食品衛生處食品資訊網資料，96 年 1 月至 97 年 5 月底市售農產品農藥殘留抽驗結果顯示，大部份被檢出不合格之問題，都是因為查到「使用方法未登記」的農藥，例如在青江菜、小白菜、芥菜等葉菜類及豌豆、茄子、香瓜等單一作物上之「使用方法未登記」的農藥共 159 件 (表三)。

然而造成這些違規用藥案件的背景因素卻有所不同，以亞滅培違規用藥案件為例，在 97 年 6 月 2 日以前，衛生署僅公告包心白菜及芥藍等單一作物之亞滅培容許量，但亞滅培在農委會則公告可使用於防治十字花科蔬菜蚜蟲，此項登記防治對象，在農委會為十字花科蔬菜之群組作物害蟲，但衛生署公佈者則為單一作物容許量，因此造成除包心白菜及芥藍以外的十字花科蔬菜，被檢出施用亞滅培違規用藥案件，肇因於農委會及衛生署對於農藥施用對象定義不同所造成，即農委會公告該藥劑防治群組作物，而衛生署卻訂成單一作物農藥容許量。

表三、96 年 1 月至 97 年 5 月市售農產品蔬果檢驗出「使用方法未登記」用藥之主要作物、農藥、件數及殘留範圍 [1)]

作物	檢出農藥	檢出件數	殘留範圍 (ppm)	作物	檢出農藥	檢出件數	殘留範圍 (ppm)
葉菜類	達滅芬	76	0.02-1.81	菜豆	加保扶	1	0.10
小葉菜	亞滅培	18	0.01-0.96		芬普尼	1	0.03
	得克利	5	0.02-0.41		滅必蝨	1	0.11
	百利普芬	1	0.15	四季豆	加保扶	1	0.29
	芬普尼	6	0.08-0.31		滅必蝨	1	0.23
	愛殺松	1	0.05		新殺蟎	1	0.06
	易胺座	1	0.04	苦瓜	腐絕	1	0.02
	滅普寧	1	1.43	絲瓜	賽滅寧	1	0.21
	三泰芬	1	0.05	小黃瓜	亞滅培	5	0.03-0.04
	雙特松	3	0.03-0.25	扁蒲	加保扶	1	0.02
包葉菜	賓克隆	2	0.05-0.09	草莓	亞滅培	1	0.18
	克凡派	1	0.33	金柑	克收欣	1	0.04
甜椒	護汰芬	1	0.04		益達胺	1	0.09
	得克利	1	0.04	柑桔	益達胺	1	0.02
青椒	賓克隆	2	0.03		百利普芬	1	0.02
番茄	賓克隆	1	0.15	香瓜	達馬松	2	0.35-0.77
茄子	亞滅培	1	0.16		賓克隆	2	0.03-0.11
豌豆	亞滅培	4	0.04-0.18	哈蜜瓜	納乃得	1	0.17
	大滅松	1	0.11	蓮霧	賓克隆	1	0.11
	四氯異苯腈	1	1.23	木瓜	納乃得	1	0.08
	護矽得	1	0.17	茶	氟芬隆	1	0.76
	芬普尼	1	0.06				

[1)]行政院衛生署食品衛生處食品資訊網。食品消費紅綠燈資訊站。

http://food.doh.gov.tw/chinese/focus/focus_3-1.asp?idCategory=3

另外一起造成達滅芬違規用藥案件的原因，又不同於上述亞滅培案件。目前達滅芬在蔬菜上，僅登記防治胡瓜疫病、馬鈴薯及番茄晚疫病等三種疫病菌引起的植物病害，是否因登記防治蔬菜疫病的藥劑種類過少，而農友為確保生產而違規用藥，使得葉菜類上被檢出達滅芬違規用藥案件數高達 76 件，造成消費者對食品安全的恐慌，背後的因素必須加以檢討。

大眾對於農產品上的農藥殘留認知有所偏差，因「農藥殘留管制」係一「總量管制」之觀念，即估算該藥劑在所有國人常取食蔬菜中，以每日取食量所訂定之殘留容許量，並非單一作物含有「使用方法未登記農藥」之實質不安全性，上述案例所查出之殘留量，均遠低於該類蔬菜容許量，只因「使用方法未登記」或農委會與衛生單位對「作物群組」認知不同所造成，因此當衛生單位公佈市售農產品上有農藥殘留時，僅能說明該農產品上有「使用方法未登記」之「農藥殘留」情形，並非該農產品含有劇毒農藥殘留，然而大眾一聽到「農藥殘留」，潛意識裡立即聯想到「含有劇毒農藥」錯誤觀念，這就是常造成媒體與消費者誤解之處，但又難以很清楚明白的與其溝通。為避免產生錯誤聯想，對「作物群組」的農藥使用登記及衛生安全檢查制度面，亟需改進以避免大眾對農藥的使用持續產生錯誤聯想。

三、作物病蟲害診斷案例分析

根據本所 92-96 年「作物病蟲害診斷服務站」所接到之近五年作物病蟲害診斷案件數分析，有超過 54%(474/864)以上的病蟲害案件無登記使用藥劑可供使用(圖一)。即每次診斷蔬果類病蟲害案件時，有超過一半的機率將面臨無登記藥劑可供參考之窘境。上述情形僅為送診案件，無法反應田間實際狀況，然而田間實際發生之情形，可能更加嚴重。

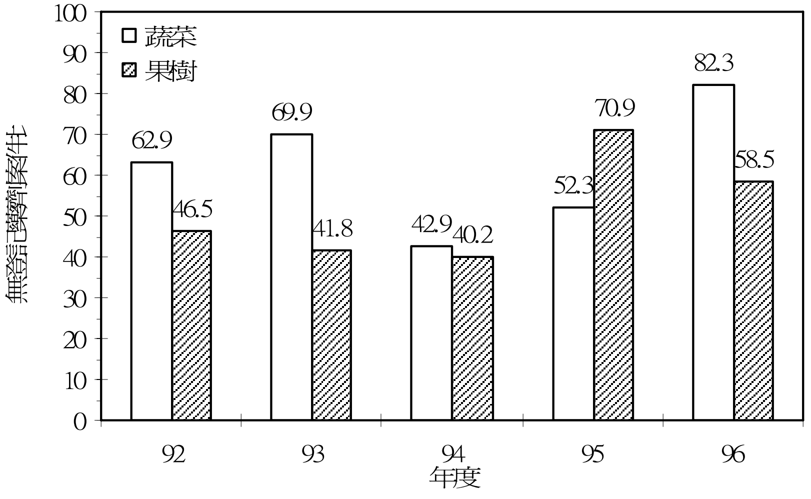
四、農藥以公務預算及非公務預算登記案例分析

將 89 年至 93 年等 5 年之農藥登記申請案件數加以分析，發現其中「非公務預算」與「政府公務預算」執行者申請之案件數比例約為 5 (306/370)：

1 (64/370)，而 94 年至 96 年 3 年農藥登記申請之案件為 484 件，已超過前 5 年共 370 件之申請總案件數，「非公務預算」與「政府公務預算」申請登記案件數比例則為 1 (239/484)：1 (245/484)，顯示近 3 年來，政府為解決上述「違規用藥」問題，以及推行「作物生產履歷制度」所面臨無登記藥劑可用之困境，大幅度地以政府公務預算執行之非廠商申請登記方式來解決此一「無藥可用」問題。

五、農藥使用現況及困境

然而政府雖然積極因應，卻因人力、經費不足，少量作物之生產面積及數量過少，與害物發生頻率過低等因素，導致田間試驗無法順利進行，或是田間試驗期間過長，超過兩年以上而無法順利完成登記，這些都是導致通過申請的案件數比例偏低的原因之一，例如 94 至 96 年政府以公務預算方式各申請 95、74 及 76 件，僅分別通過 48、13 及 0 件，其通過比例分別為 50.5%、17.6%及 0。由此顯示政府雖透過「執行公務預算」方式，對於「少量使用」(minor use)案件進行農藥擴大使用，謀求解決無藥可用之困境，但因經費、人力等種種因素，通過案件數過少，以致上述「無藥可用」情形不得緩解。



圖一、藥毒所作物病蟲害診斷服務之果樹及蔬菜病蟲害問診案件柱型圖。

農藥合理化使用的展望

一、農藥替代方式之問題

當農藥合理化使用時，應無後續農產品安全疑慮問題，然而現實狀況卻常面臨因「少量使用」而「無登記使用藥劑」之「無藥可用」問題。對此解決之道不外乎尋求替代之防治方式及手段，或由農藥延伸之策略來徹底解決此一問題。

雖然害物防治有許多替代手段可取代或減少農藥使用，例如抗病育種、生物防治、栽培管理、綜合管理等方式，卻因害物發生大多為常態性或爆發型兩大類，其他防治方式的預防性質優於治療性質，因此農業生產者在面臨害物發生時，亟需採用能夠快速抑制害物發生及蔓延的手段，這也是化學防治法無法抹滅的地方。農藥要合理化使用之先決條件，就是要有合法登記使用之藥劑可供選擇，才可論及農藥合理化使用，因此展望未來，就解決「少量使用」而無藥可用之農藥合理化使用問題，提出可行之解決之道。

二、農藥登記制度之問題

農藥合理化使用的另一個涵義，即為農藥因其作用機制(mode of action)可防除一群或多種害物，然而現行登記制度卻無法展現此一特色，須一作物一害物方式登記，這個登記制度使得廠商只願意登記對他們利潤較高的作物及害物，使得農藥使用局限於登記之作物及害物上，這對減少農藥使用並無助益。又害物為害作物範圍不一，大部分為害作物範圍廣泛，但因一作物一害物登記制度，使得同一害物在不同作物上之使用時，必須登記每種作物才可使用該藥劑，在增加登記成本情形下，廠商意願不高，使得「少量使用」問題日益嚴重。

三、農藥延伸使用之涵義

農藥研發耗費許多人力、時間與經費，卻僅能使用在少數作物及害物

上，這對農藥合理化使用上，極為不合理，若能突破此單一作物及害物的登記制度，使農藥經「代表作物」及「代表害物」試驗後，可延伸到其他相同或相似作物及害物上使用，使農藥合理化使用趨向最佳化。雖然表面上看來，延伸農藥使用範圍似乎擴大農藥使用量，實則不然，因單一藥劑可延伸之作物及害物範圍確定後，農業生產者可據此靈活調整農藥使用種類及施用次數，反而減少田間農藥使用種類及使用量情形下，亦可達到相同防治效果。因此，如何從制度面實現「農藥合理化使用」，是目前亟需努力的目標。

四、全面性解決「少量使用」問題

雖然政府積極規範農藥合理化使用的法律與因應措施，然而從上述「違規用藥案件數」、「作物病蟲害診斷案件數」及「政府執行公務預算申請登記之通過比」等案例分析，顯示「主要作物上之次要害物」與「次要作物之主要害物」農藥的「少量使用」問題係一全球性的問題，為解決少量作物用藥不足的問題，國際上亦朝向容許量作物分群及協調整合的方向研議。各農業單位 2、30 年來以公務預算努力進行藥劑篩選的工作，然對農民病蟲害的防治而言，仍是緩不濟急，無法全面解決「少量使用」問題；故而有「作物群組化的農藥使用管理制度」草案研擬的構思，擬由制度面建立的角度切入，以根本的方式徹底解決農民「少量使用」的用藥問題。

五、藥效試驗之「代表作物」及「代表害物」選定原則

藥效表現為農藥擴大使用之依據，可概括為二方向的擴大，第一為將防治同一作物上之同一害物或同類群害物之農藥，擴大於不同作物上使用，此乃作物範圍的擴大使用；第二則自害物角度來看，即經過害物的生物特性及為害特徵評估後，將同一藥劑擴大使用於不同種或不同科的害物上，意即跨害物間的擴大使用。前者與食品安全有極密切的關係，因此，在訂定準則時，也應一併將農藥殘留納入評估原則中；二者均是可有效解決「少量使用」困境的辦法，詳述如下：

(一) 作物範圍之擴大使用：藥劑對害物的藥效，主要與藥劑對害物的作用機制有關，另亦應考慮與要保護的對象作物之間的關係。因此，一種藥劑可有效防治某一種作物上之某類害物（同科級），應可擴大至其它作物上同類害物之防治上，但因藥劑與植物間的作用，藥效可能呈現差異。未來農藥田間藥效試驗的申請作業程序，若改以「代表作物」來進行田間藥效試驗後，一經審查通過，即依規定擴大至其它作物上。然而，藥劑在作物間的擴大使用，仍牽涉到食品安全的問題，因此，藥效試驗之「代表作物」必須與農藥殘留量試驗之「代表作物」相互連結，方能訂定田間藥效試驗之「代表作物」。

(二) 害物種類間之擴大使用：由於藥劑對不同種害物可能表現類似的藥效，因此，可依藥劑對害物的作用機制，將同一種藥劑擴大使用在不同種或不同類群之害物上。但為顧及藥效之表現，宜訂定「代表害物」。就害蟲及害蟎而言，可依其為害作物之「為害部位」、「生物特性」及「為害特徵」之同質性高低來訂定藥效試驗的「代表害物」。在病原菌部分，因病原菌與寄主之關係密切，侵染部位與方式因其病菌屬別不同而有所差異，僅少部分病原菌雖為不同屬別，但其對藥劑之反應類似，可歸成同群害物之「代表害物」。針對「代表害物」進行之田間藥效試驗，一經審查通過，該藥劑可依規定擴大登記為同群害物之防治藥劑。

六、殘留量試驗之代表作物選定原則

當某農藥擬登記擴大使用於某類群中所有作物之害物防治時，可依據農藥殘留量試驗代表作物之試驗結果，進行此一作物分群殘留容許量之評估。

(一) 作物分群基本通則：

1、 此作物分群架構中，主要是依據作物特徵（characteristics）、農藥殘留量（residue potential）、取食部位或參考 Codex 之分群來

進行作物之分群或亞群（groups/sub-groups）之區分。

2、只有作物上之「農藥殘留量」及「施藥方法」相似時，此一類群作物中不同農產品上之殘留數據才能用來作為研訂作物分群最大殘留容許量之依據。

3、可作為「農藥殘留量試驗代表性作物」之依據：為農藥殘留較高之農產品（可依據國內外殘留量資料或相關監測檢驗資料），或大宗(產值較高者)及主要之消費農產品（取食量較高者），或參考 Codex、美國、歐盟或日本已推薦之代表性作物。此代表性作物，可由具代表性之農藥殘留監測資料（5~10 年）或殘留量試驗研究結果而加以修正。

(二) 進行「農藥殘留量試驗」選擇「農藥殘留量試驗代表作物」及擴大作物之原則：

當某農藥擬登記擴大使用於其他作物之害物防治時，可選擇「農藥殘留量試驗代表作物」中，各作物分群優先順序 1、2、3、4 項中之作物進行試驗，若完成優先順序 1 之試驗代表作物，即能在藥效擴大防治對象之前題下，擴大至該作物類群優先順序 2、3、4 及其他之作物。例如某一農藥擬登記擴大使用於所有之包葉菜類，必須完成甘藍及包心白菜之殘留量試驗評估，則可擴大至此類群中所有之作物；若僅進行結球萵苣之殘留量試驗評估，則只能擴大使用至結球萵苣、青花菜、花椰菜等其他包葉菜作物，並標示甘藍及包心白菜除外。

七、農藥延伸使用之預期效益

本所推動之「作物群組化的農藥使用制度」草案若能通過，對農藥合理化使用及其所產生之效益簡述如下：

農藥延伸使用原則雖可解決防治病蟲害的問題，但同時亦加深農產品或食品安全維護上的疑慮，因此現行之農藥殘留量試驗規範也需配合修正；即當一農藥擬登記擴大使用於某類群中相關作物之害物防治時，亦須

進行農藥殘留相關代表性作物之試驗，確認其容許量之延用，以評估農藥擴大使用後可能造成之食品安全問題。

考慮藥效、藥害及殘留安全等因素的作物分群，以及主要作物與次要作物的歸類，是要建立在定期檢視的基礎上，即當農作物依此原則建立了群組後，仍須定期依：田間藥效試驗資料、作物農藥量之比較試驗、田間農產品農藥殘留監測結果、病蟲害診斷及藥害案件之情資、以及農民輔導教育之了解等資訊，進行滾動式的修訂，方能維護此項制度的適時性以及合理性。

結　論

農藥合理化使用的意義，在於適時、適量、有效地利用農藥防治及抑制害物發生與蔓延，因此對害物種類、害物發生時機必須有所認知下，選擇適當之農藥種類，按農藥標示上使用說明的施用濃度及施用次數進行防治，並在安全採收期後進行採收農產品，在此規範下，農產品上的農藥殘留量是最低級最安全的時候，由於農藥殘留容許量是「總量管制」，包括每日攝取量及總量在內，因此雖有少許低於容許量的農藥殘留在農產品上，這對消費者健康無任何影響。

然而在諸多作物及害物情形下，並非每種害物均有防治藥劑可供利用，這牽涉到廠商市場考量、作物生產面積過少、害物發生頻度不高等問題，雖可利用其他防治方式達到保護目的，但與化學防治相比，其施用的效果，仍以「預防勝於治療」的效果為主，不如化學防治之便利性與治療性。

若能透過農藥延伸使用範圍之訂定，可減少農藥使用的種類、施用次數，例如同一藥劑可防治多種作物上的同一病蟲害，或同一作物上的多種害蟲、病害，如此可減少使用的農藥種類數量、施用總量及施用次數，合理有效防治害物。

以「代表作物」進行試驗之制度的推行，不僅可減少廠商對同一害物之重複登記及相關試驗之成本，擴大商品市場；政府亦可據以宣告該藥劑

之標示外適用範圍，讓農民防治作物病蟲害時有更多的選擇，避免產生「超量使用」及「未登記使用」等對農產品安全有影響之不當用藥，亦可降低生產成本，提昇農產品品質與安全；同樣的，政府亦可節省少量使用藥劑篩選所耗費的經費及人力等資源，並帶領國內農藥使用的管理突破舊有巢臼，邁向另一新局。本草案除解決上述「無藥可用」、「違規用藥」問題外，在合理使用農藥下，可確保「消費者」食品安全的權利，同時營造政府、農友及廠商均贏的「三贏」局面。在此「多贏」的架構下，期望各界支持此一「作物群組化的農藥使用制度」之推動，使農藥合理化使用經由法制面訂定而更趨完善。

參考文獻

1. 田春門、陳漢洋。2001。蔬菜病蟲害綜合防治專輯。行政院農業委員會中部辦公室編印。
2. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。農藥資訊服務網。農藥統計。農藥產銷統計。2007 年國內成品農藥銷售統計表。http://pesticide.baphiq.gov.tw/statistic_detail.aspx?sn=29
3. 行政院農業委員會農糧署。農糧統計。公務統計。96 年。臺灣地區農產品生產量值。http://www.afa.gov.tw/GrainStatistics_index.asp?CatID=3
4. 行政院衛生署食品衛生處食品資訊網。食品消費紅綠燈資訊站。http://food.doh.gov.tw/chinese/focus/focus_3-1.asp?idCategory=3
5. 作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟（http://www.tari.gov.tw/techcd/）
6. 呂理燊。1997。臺灣植物病害名彙增補篇(1991-1995)。中華植物保護學會、中華民國植物病理學會刊印。
7. 研討農藥最高殘留容許量中農作物分類及取食量執行成果報告。翁愫慎、蔡美珍。90年2月。行政院衛生署。
8. 陶家駒。1999。中國介殼蟲總科（同翅目）名錄。台灣省農業試驗所。
9. 殘留農藥安全容許量表中農作物之分類表。殘留農藥安全容許量。中華民國97年6月2日衛署食字第0970402828號令。

10. 費雯綺、王喻其。2007。植物保護手冊。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
11. 楊秀珠。1999。青蒜綜合管理。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
12. 楊秀珠。2000。甘藍綜合管理。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
13. 楊秀珠。2000。菠菜綜合管理。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
14. 楊秀珠。2007。果樹病害綜合防治。果樹研討會。
15. 農委會農業統計年報（http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=12934）。
16. 農糧署 97 年農糧作物已公告 TGAP 之品項一覽表。（http://www.afa.gov.tw/Public/PublicUser/20084110491l7055.doc）。
17. 農藥殘留安全容許量手冊。翁愫慎編著。台灣省農業藥物毒物試驗所。中華民國八十六年。
18. 農藥雙語詞彙。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。http://www.tactri.gov.tw/glossary_A.asp
19. 廖敬民、王順成、蔣慕琰、蔣永正。2006。依滅草(imazapyr)土壤殘效之生物檢測。植保會刊 48：217 – 227。
20. 蔬菜名彙集。洪立、黃涵、嚴新富編著。國立台灣大學園藝系編印。中華民國八十一年。
21. 蔣永正、蔣慕琰。2002。 二、四ー地非致死劑量對玉米及胡瓜之毒性及殘留分析。雜草會刊 23(1): 31-44。
22. 蔣永正、蔣慕琰。2003。超低量巴拉刈(paraquat)在胡瓜及玉米植株之殘留及藥害診斷。植保會刊45: 295-304。
23. 蔣永正、蔣慕琰。2002。農藥藥害的發生與診斷。158頁。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
24. 蔣永正、蔣慕琰。2006。嘉磷塞(glyphosate)引起作物藥害與莽草酸(shikimate)累積之關係。植保會刊 48：243 – 252。
25. 蔣永正。2004。水稻田常用農藥對稻株生育之影響。中華民國雜草會刊：25: 83-95。

26. 蔣永正。2004。生物檢測展著劑對葉菜類作物之毒性。中華民國雜草會刊：25: 23-35。
27. 蔣永正。2004。展著劑對葉菜類蔬菜毒性之生物檢測。中華民國雜草會刊 25: 23.
28. 蔣永正。2005。市售植物營養劑活性之生物檢測。中華民國雜草會刊 26: 53-66。
29. 蔣永正。2005。微量二、四－地及巴拉刈引起作物藥害之診斷。中華民國雜草會刊 26: 91-102。
30. 蔡雲鵬。1991。臺灣植物病害名彙。修訂 3 版。中華植物保護學會、中華民國植物病理學會刊印。
31. 優良實驗室操作規範與依從監督專輯。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。中華民國九十六年。
32. 羅幹成。2006。台灣農作物害蟎圖說。行政院農委會農業試驗所特刊 116 號。
33. Codex Alimentarius, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, vol. 2, 405-415. 1993.
34. Efficacy evaluation of plant protection productions. EPPO STANDARDS PP1, 2nd edition. 2004.
35. Environmental Protection Agency. Residue Chemistry Test Guidelines, OPPTS 860.1380, Storage Stability Data. EPA Report 712-C-95–177, August 1995.
36. Environmental Protection Agency. Residue Chemistry Test Guidelines, OPPTS 860.1900, Field Accumulation in Rotational Crops. EPA Report 712-C-96–189, August 1996.
37. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006. Guidelines on Efficacy Evaluation for the Registration of Plant Products. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. PP 61.
38. Guidelines on Pesticide Residue Trials to Provide Data for the Registration of Pesticides and the Establishment of Maximum Residue Limits. Rome, FAO, 1986.

39. ISO/IEC 17025 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories. 2005.
40. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Codex classification of foods and animal feeds. Codex Alimentarius, Volume 2, Section 2. 1. 147-366. FAO Rome. 1993.
41. Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Portion of commodities to which Codex Maximum Residue Limits apply and which is analyzed. Codex Alimentarius, Volume 2, Section 4. 1. 389-404. FAO Rome. 1993.
42. Minimum data requirements for establishing Maximum Residue Limits (MRLs) and import tolerances. Doc. 2734/SANCO/99, The European Commission, Caroline Harris and Jeff Pim, Pesticides Safety Directorate, Mallard House, Kings Pool, 3 Peasholme Green, York, YO1 7PX, UK, 1999.
43. Mitchell, B. J. 2001. Herbicide efficacy evaluation. Crops Research Centre. 19pp.
44. OECD guideline for the testing of chemicals: stability of pesticide residues in stored commodities. Adopted: 16 October 2007.
45. OEPP/EPPO 2004. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 34, 25-19.
46. Representative Crops and Extrapolation (Draft), OECD RCEG, Paris, 01/24/2008.
47. Residue Guideline No. 24 - Residue Trials to Obtain Permanent MRLS for Crops. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority, Australian Government. December 2000.
48. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. FAO, Rome, 2002.
49. Whitehead B. A, R. 2007. The UK Pesticide Guide 2007. CAB International and BCPC (British Crop Protection Council) press. Page Bros, Norwich, UK.

The Circumstance and Prospect of Rationalized Application of Pesticides

Kao, C. W.[1.2], and Lee, M. L.[1]
[1] Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, ROC
[2] Corresponding author, Email: cwkao@tactri.gov.tw

ABSTRACT

The application of pesticides is one of the most regular crop management in the field. How to apply pesticides reasonably and produce the none-residue crop products is the most important goal in the modern safe agriculture. Principles of rationalized application of pesticides are identifying the pests, realizing the damage patterns, outburst seasons and condition of pests, applying the registered pesticides in suitable time with recommended concentration, application time and frequency according to the label outside the pesticide product, harvesting the crop product after the preharvest interval. Therefore, no health-damaged residues on the crop product will be released in the market if crop producer applied the pesticides according to the instructions on the pesticide label mentioned above. But the government always found the none-registered pesticides or excessive residues of pesticides on the crop products in the market. The reason is simply that the pesticide manufactories registered their pesticide products on the major crops or economic crops based on the profits. They have no interest to register the market of minor use, i.e. the minor pests on the major crops and the major pests on the minor crops. In this situation, the crop producers were forced to use the unregistered pesticides to ensure the yield and quality of crop products, and caused the illegal application of pesticides in the field. To solve the minor use problem as a whole, the

government has drawn up the protocol “Pesticides Application System Based on the Crop Grouping”. In this protocol, pesticides could be registered according the “representative crops” and “representative pests”, and extended their application range to solve the problem of minor use. In this system, pesticide manufactories could reduce the registration fare and be willing to register the extended crops of minor use. Also, the government does their responsibility to manage the pesticides in the market and field, reducing the sorts and amounts of pesticides applied in the field, and the crop producers get the low-priced and extended pesticides which could be applied in the field without against the law. If the protocol was passed, the government, manufactory and crop manager are all-win under the new pesticide registration system.

Key words: Pesticides, Rationalization, Minor use, Representative crops, Representative pests.

整合性作物病蟲害管理

蔡東纂
台中市　國立中興大學 植物病理學系
電子郵件：tttsay@nchu.edu.tw

摘　要

臺灣高溫、高濕多雨的季候型農業生態系統，造就了植物生長季節長，予病菌害蟲孳長的良好環境。以果樹栽培而言，無論是落葉或長綠果樹，周年性的栽培模式依序為採收、禮肥、整枝修剪、清園及肥培設計施用等五項。採收時宜檢討分析該年之病蟲害管理成效，肥培是否洽當，成本有否於合理範圍內。針對該年之病蟲害發生情形及近年來氣候條件之型態，擬定清園計劃，儘量大幅降低園區中病菌和害蟲感染源之密度。

柑橘病害中常見的有 19 種，其嚴重程度及發生頻率依柑橘類品種與栽培地區而異。多年來造成柑橘植株大面積死亡的裾腐、根腐及黃龍病和每年導致落果之果實褐腐病於植物保護手冊中並無推薦藥劑。柑農最頭痛的潰瘍病也僅波爾多、氧化亞銅及嘉賜銅三種藥劑見諸手冊中，然台灣七月後的風雨引發的潰瘍病大流行可不是上述三種藥劑可解決的。柑橘蟲害常見的有 14 種，幾乎皆可找到推薦藥劑使用。但是柑橘為常綠果樹，如依「病蟲害防治曆」用藥，一年施藥少者 12 次，多者 20 次以上。拜讀前人研究，不難發現幾乎所有病菌害蟲族群密度都自春芽萌發後大幅提高，因此若能有效於之前消滅初次感染源，當可收降低日後病蟲害發生率之效。而柑橘病原菌多來自落葉、枯枝、枝條、葉片、樹幹、病果、土壤或雜草；害蟲在生態多為產卵土表或棲息於枝條、樹幹、葉片、幼枝或雜草。因此，選擇廣效性、滲透性強、觸殺性高的藥劑作為清園之用，於整枝修剪後使用，有助於植物保護，且於無花及果實著生情況下，也無藥害之虞。經多年多次的研究室及田間試驗，再隔一周，三次清園，以如下藥劑組合可有效降低感染源及日後藥劑使用量及次數（詳細資料及數據後敘）：(1)四氯異苯腈

+嘉賜銅+丁基加保扶。(2)滅紋+氧化亞銅+納乃得。(3)甲基多保淨+嘉賜銅+阿巴汀。田間試驗顯示種植椪柑、茂谷及桶柑之郭榮華、張朝獲、趙令龍和姚明曉之農藥使用金額分別降低 28.77、33.99、36.85 和 25.63%。栽培西施柚之楊慶昭及文旦之李清旺則分別降低 52.16%和 36.46%。

依此模式葡萄清園使用(1)四氯異苯腈+克收欣+納乃得。(2)滅紋+達滅芬+亞滅培。去年施用此法清園之詹東倚農藥金額降 64.98%，施用 4 年之吳龍寅、賴錦賢、賴順清及賴文才，則分別可降低農藥金額達 94.62%、95.96%、81.33%及 65.92%。每年嚴格清園，可達逐年降低農藥使用量之效果。常見之葡萄病害有 13 種，蟲害 15 種。其中近年來較棘手之房枯病和枝枯病仍無推薦藥劑，依此法清園之葡萄園則可發現有顯著預防效果，今年之晚腐病更可見一斑。

常見梨病害有 9 種，蟲害 11 種。病原菌可於根部、枝條、樹幹、落葉及土壤越冬，赤星病則以龍柏為中間寄主；害蟲如梨木蝨及瘤蚜分別在葉芽、枝條和枝條、樹幹越冬。清園藥劑使用(1)滅紋+撲滅寧+益達胺 (2)待克利+依普同+亞滅培 (3)克熱淨+依普同+丁基加保扶，隔周一次，連續三次。陳正成、陳正列及郭榮華之梨園農藥使用金額降幅分別為 65.41%、63.79 和 64.65%。

甜柿病害主要有 8 種，蟲害 13 種。但導致嚴重落葉之葉枯病、落果之蒂枯病、枝幹枯死之胴枯病並無推薦藥劑。諸多蟲害僅斜紋夜盜有益達胺、賽洛寧及得芬諾三種殺蟲劑見諸植物保護手冊。其實最普遍及最嚴重的為粉介殼蟲及東方果實蠅，亟待解決。因此，清園的工作益為重要。病原菌越冬的場所依然在甜柿園區中之雜草、枝條、葉片、樹幹。清園藥劑為(1)待克利+撲滅寧+益達胺 (2)得克利（或克熱淨）+益發靈+得芬諾。隔周施用一次，連續二至三次。試驗區之園主朱國興全年施藥自以前之 16 次降為 6 次，金額自 125000 降為 75000 元。

唸植物病理系時，老師們強調植物病害的防治為「預防重於治療」，每每提及降低初感染源的重要性。然而，清園工作並不僅止於清除剪除及枯落之枝條葉片，最主要乃趁樹上未有嫩葉、花、果實時大幅降低感染源，才是清園之精義。

關鍵詞：柑橘、葡萄、甜柿、病蟲害、化學藥劑、消滅初次感染源、清園

Plant Disease Management in the Era of Energy Conservation

Hung-Chang Huang[1,2] and Min-Tze Wu[1]

[1] Biotechnology Division, Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan

[2] Corresponding author: e-mail: hchuang@wufeng.tari.gov.tw; FAX: (04) 2330-2806

ABSTRACT

In the 21st century, the term of "agricultural sustainability" has become a norm for modern agriculture as we are facing several long-term crises such as energy shortage, global warming and environmental pollutions. As environmental and ecological issues continue to impact on agriculture, all technologies developed for crop production must be economically feasible, ecologically sound, environmentally safe and socially acceptable. Numerous non-chemical methods for control of crop diseases such as pathogen-free seeds, disease resistance, crop rotation, plant extracts, organic wastes and biological control are considered less harmful than synthetic chemical pesticides and, therefore, offer great potential for application in conventional agriculture, organic farming and/or soil-less culture. No single method can provide satisfactory control of crop diseases. Integration of all effective measures in accordance with the dynamics of the agroecosystem management would be the best strategy for efficient control of diseases in crops. In this era of energy conservation and environmental protection, research on energy saving and environmentally friendly methods for sustainable management of crop diseases is a priority and a challenge.

Key words: Disease management, Sustainable Agriculture, Non-chemical control

INTRODUCTION

During the second half of the 20th century, we have witnessed an unprecedented growth in human population, agricultural production and technology. Population pressure and demands for basic human needs such as food and clothing are the driving forces for the evolution of modern agriculture. The most striking feature in this period was the practice of intensive agriculture to increase crop production. As a result, high crop yield in that period was achieved through heavy use of synthetic pesticides, chemical fertilizers and new cultivars grown in monoculture with or without a short crop rotation. The success of control of plant diseases by synthetic chemicals had created a general perception that chemical control could provide a permanent solution to disease problems in modern agriculture. Zadoks(76) defines the period between 1940s and 1980s as 'chemism" to reflect high dependency on agrochemicals for crop production. In this period, the agricultural economy was highly dependent on the development and application of chemical pesticides and fertilizers.

By the late 1980s, numerous environmental problems associated with pesticides began to emerge. Questions were raised on whether an agricultural production system heavily dependent upon expensive, ecologically-unsound chemical pesticides could be sustained in the long run. Since then, the philosophy of plant protection has shifted from the use of pesticides to methods that are more energy saving and environmentally friendly. Zadoks(76) defined this period as 'environmentalism' and attributed the year of 1990 as the beginning of this new era. Under the environmental era, all practical solutions to plant disease control must be based on safety of environment, conservation of natural resources, and maintenance of biodiversity(36). Environmentalism addresses the renewability and persistence of these resources, and considers the long-term effects of agricultural production systems on present and future generation(71). The energy crises in the past 50 years have drawn further concerns on the use of non-renewable resources such as fossil fuel for farm

machinery in crop production and pest management. The objective of this review was to discuss research and application of some of the energy saving and ecologically sound methods for sustainable management of plant diseases in this energy conservation and environmental protection era.

METHODS FOR SUSTAINABLE DISEASE MANGEMENT IN CROPS

Following disease control methods are considered more environmentally friendly than the chemical control. They are of potential for plant disease management in sustainable agriculture.

Pathogen-free seeds, bulbs or seedlings and field sanitation

Use of pathogen-free seeds, bulbs or seedlings is a pre-requisite of sustainable control of crop diseases because numerous plant pathogens are transmitted to the field or to other countries via infected- or contaminated-seeds, bulbs or seedlings. For example, Verticillium wilt of alfalfa (caused by *Verticillium albo-atrum*) has long been an important disease in Europe since its first discovery in Sweden in 1918[(30)]. The disease is seedborne and thus, commercial seed trade may serve as an important venue for regional, national and international spread of this pathogen[(29)]. The outbreak of this disease in the USA in 1976[(26)], Canada in 1978[(66)] and Hokkaido, Japan in 1981[(64)] was attributed to the importation of pathogen-contaminated seeds from other countries. Quarantine measures such as seed indexing and seed certification have been implemented in some countries to prevent importation of infected alfalfa seeds from diseased regions or countries. Since different seedborne pathogens may occur on the same host crop, it is important to develop efficient methods for rapid detection of seedborne pathogens, including molecular techniques such as multiplex PCR[(5)].

Field sanitation is another important method for preventing spread of plant

pathogen within or between fields. To reduce the source of inoculum in the field, it is always a good practice to remove and destroy diseased materials and clean farm implements.

Crop rotation

A long-term crop rotation study (1959-2000) in northern Japan revealed that bean in 6-year rotation (in the order of potato- sugar beet-oat- kidney bean-winter wheat- red clover) increased seed yield and reduced soilborne diseases, compared to bean in monoculture(46). Other studies in Canada showed that a rotation of legume crops with cereals is superior to the cereal monoculture because the legume-based rotation system improves yield of cereal crops(15, 75), improves fertility and quality of soils(8, 27) and increases soil microbial populations including fungi, bacteria and actinomycetes(9). Thus, types of crops and cropping sequence are important factors affecting effectiveness of crop rotation as a disease control strategy.

The major obstacles to successful disease management through crop rotation are wide host range and long-term survival in some pathogens(14). For example, the number of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* in a canola field remained unchanged after planting barley (non-host crop) in this field for three consecutive years(72). Morrall and Dueck(56) reported that a 3-4 year rotation was ineffective in reducing Sclerotinia stem rot of canola. Although rotation alone may not always reduce disease levels, it is still a good practice for most of diseases as non-host crops would prevent further build-up of disease inoculum in the field.

Natural toxic compounds from plants

There is a broad range of natural, plant extracts that can be used as alternatives to chemical pesticides, allowing sustainable protection of crops against economically important diseases(65). For examples, extracts from *Allium* and *Capsicum* plants(73) or essential oils from certain species of plants(73) were

used in sustainable management of gray mold of crops caused by *Botrytis cinerea*. Inorganic and/or organic matter from plant residues were used in soil amendment to alter soil physical and chemical properties and thereby, affect population dynamics of soil microflora[38]. For example, glucosinolates from Brassicaceae are well known for their toxic effects on plant pathogens[18, 62]. Amendment of soil or growth media with cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) residues as green manure[25] or seed treatment with Brassica seed meal[18] is effective in controlling damping-off diseases caused by *Rhizoctonia solani* AG-4. Recent research has also focused on the development of formulated products for control of soilborne pathogens and improvement of soil fertility at the same time. Such formulated products were developed and commercialized in Taiwan[38] and other countries.

Biological control

Numerous studies indicate that biological control may be of potential for management of plant diseases. For example, the mycoparasite *Coniothyrium minitans* was reported as an effective agent for control of diseases caused by *S. sclerotiorum*, including Sclerotinia wilt of sunflower[11, 34, 53], white mold of bean[42, 45] and lettuce drop[13]. Application of *C. minitans* to soil not only reduced disease incidence and increased crop yield[34], but also reduced sclerotial survival[34, 40, 54] and induced soil suppression to *S. sclerotiorum*[35, 37, 53]. In 1997, *C. minitans* was released as a commercial product Contans® by Prophyta in Germany[52] and Koni® by Bioved Ltd. in Hungary (www.bioved.hu) for control of Sclerotinia diseases in crops. Environmental condition might be one of the most determinant factors affecting efficacy of biocontrol agents. In western Canada, *C. minitans* was the most effective agent for control of white mold of bean, compared to other mycoparasites such as *Trichothecium roseum*[39], *Talaromyces flavus*[53, 54] and *Trichoderma virens*[45] because it survived well under prairie conditions[41] and effectively controlled sclerotia[34, 54] and apothecia[12, 41, 42] of *S. sclerotiorum*.

Numerous attempts have been made in the past five decades to use antagonistic bacilli, Streptomyces, and fluorescent pseudomonads as biocontrol agents for management of plant diseases. Some agents were developed into commercial products for control of fungal and/or bacterial diseases of crops. For instance, the commercial products, Quantum™ and Kodiak™ (Gustafson, Texas, USA), Epic (MicroBio, England), and Bactophyt (Novosibirsk, Russia) are based on formulation of *Bacillus subtilis* and used for control of seedling diseases of numerous crops, including cotton, peanut and vegetables[(51)]. Although fluorescent pseudomonads were identified as biocontrol agents for commercial development in numerous reports, very few pseudomonads-based products showed high values and high commercial returns. For example, the sale of the product Dagger G™ (Ecogen, Pennsylvania, USA), formulated by *Pseudomonas fluorescens* strain EG1053, was discontinued, likely due to short shelf-life of this product[(51)].

A good biocontrol technology is not only economically feasible but also environmentally safe, ecologically sound, and socially acceptable. Other than efficacy and shelf-life, research should also focus on risk assessment of biocontrol agents. For example, *Erwinia rhapontici* is an effective agent for control of damping-off of canola, safflower, dry pea and sugar beet caused by *Pythium* spp. [(6, 50)] but it is also a pathogen causing pink seed disease of pea[(43)], bean[(47)] lentil[(48)], chickpea[(48)] and wheat[(55)]. *Trichothecium roseum* is a mycoparasite of *S. sclerotiorum*[(39)] but it produces a mycotoxin, Trichothecin[(49)], which is harmful to animals.

Biofumigation as Alternative to Methyl Bromide

Methyl bromide has been used since 1930s as an effective soil fumigant for control of nematodes, fungi, insects and weeds in more than 100 crops worldwide[(63)]. This chemical has been classified as a Class 1 stratospheric ozone depletor[(74)] and has been scheduled to phase-out by 2005 in developed countries and by 2015 in developing countries[(74)]. Composts can provide a food base for

biocontrol agents of soil-borne pathogens[31] and thereby, improve the consistency of disease control[22]. De Ceuster and Hoitink[23] reported that composts and biocontrol agents can be used as substitutes for methyl bromide in biological control of plant diseases. In Taiwan, Huang et al. [33] developed a granulate biofumigant named PBGG, using *Pseudomonas boreopolis*, *Brassica* seed pomace, glycerin and sodium alginate. Application of 1.0% (w/w) of PBGG to the soil infested with *Rhizoctonia solani* AG-4 significantly reduced the percentage of colonization of cabbage seeds by the pathogen and stimulated proliferations of actinomycetes, including *Streptomyces padanus* and *S. xantholiticus* which were effective biocontrol agents of *R. solani*[19]. Thus, the granulated product PBGG[33] can be a useful alternative to methyl bromide in the management of soilborne pathogens.

Breeding for disease resistance in crops

Breeding for disease resistance is the most efficient way to manage diseases in crops. For example, Verticillium wilt of alfalfa caused by, *Verticillium albo-atrum*, is a devastating disease that can cause millions of dollars in losses to alfalfa producers in Europe and North America. Through the breeding efforts, three alfalfa cultivars Barrier[28],AC Blue J[3] and AC Longview[1] were developed in Canada. These cultivars showed high level of resistance to Verticillium wilt, high yielding ability and high adaptation to the growing conditions in western Canada[2, 44]. The economic benefits of growing these disease-resistant cultivars in western Canada were estimated at $26.6 million (Canadian dollars) per year[67].

Breeding for disease resistance remains a difficult task for many diseases in many crops, due to lack of source of resistance in cultivated plants. Moreover, genetics of resistance may be complicated in some crops. Take Verticillium wilt of alfalfa, for example, alfalfa is an autotetraploid species having four loci for each gene. In addition, the resistance of alfalfa to *V. albo-atrum* is conditioned by a multigenic system with predominantly additive genes[58, 59]. Thus, breeding

alfalfa for resistance to Verticillium wilt is a slow process because of the polyploidy of the host (alfalfa) and polygenic nature of genes for resistance to the pathogen (*V. albo-atrum*) [2]. Genetic engineering of crops to enhance resistance to plant pathogens may become a valuable component of a disease management program in the future[60].

Induced disease resistance

Induced host resistance to plant pathogens, elicited by microbial invasions or chemical treatments, may offer potential for management of crop diseases[17, 32]. It results from fortification of cell walls, accumulation of phytoalexins, biosynthesis of pathogenesis-related (PR) proteins or other mechanisms[32]. For example, the intercellular fluid from salicylic acid (SA)-treated tobacco was effective in the inhibition of hyphal growth of *Botrytis cinerea in vitro* and this might be due to presence of extracellular antifungal PR-proteins[57]. Some of PR-proteins identified during the infection process of *B. cinerea* were chitinase and β-1,3-glucanase[7]. The SA-induced resistance to *B. cinerea* in tobacco was also found in lily infected by *Botrytis eliptica*[16].

INTEGRATION OF CONTROL METHODS

For most crops, there is no single method for satisfactory control of a disease. Integration approach is the best strategy for effective management of diseases of greenhouse and field crops. For example, gray mold of strawberry (caused by *Botrytis cinerea*) in organic farming in greenhouse can be effectively managed by aeration, plastic mulch, sanitation, biocontrol using *Trichoderma* spp. [4], spray of *Ullocladium atrum*[10] and spray of non-chemical fungicides[20, 21]. For control of gray mold of grapes in the field, the main components of an IPM program may include management techniques such as maintaining a canopy configuration of 45 nodes/vine[68], removal of leaves and thinning of clusters 2-3 times during the season[61], shoot tipping at bloom[69], shoot

positioning and topping to improve air flow through the canopy[70], rational application of N fertilizer[61], and integration of biocontrol agents such as *Trichoderma harzianum* T39[24].

Strategy for sustainable management of crop diseases include judicious use of nature toxic substance from plants, soil management such as biofumigation and organic soil amendment, crop management such as the use of pathogen-free seeds or other planting materials, disease resistant cultivars, and biological control agents, and cultural practices such as field sanitation and crop rotation. Future success hinges on further integration of these control strategies in various crop production systems such as conventional agriculture, organic farming and soilless cultures. Such integrated disease management approach requires a thorough understanding of the ecology of each cropping system, including the crop, the pathogen and the antagonists, as well as the surrounding environments.

CONCLUSION

No single method is capable of controlling crop diseases satisfactorily. A combination of effective control measures may enhance protection of crops from diseases as well as reduce production inputs for crops. Integration of these effective measures in accordance with the dynamics of the agroecosystem management is the key to succeed the control of crop diseases and achieve sustainable production of crops. As energy conservation and environmental protection remain the major issues for human beings in the 21st century, research on development of energy saving and environmentally friendly methods for sustainable disease management in agriculture is a challenge and a priority.

LITERATURE CITED

1. Acharya, S. N., and Huang, H. C. 2000. AC Longview alfalfa. Can. J. Plant Sci. 80:613-615.

2. Acharya, S. N., and Huang, H.C. 2003. Breeding alfalfa for resistance to verticillium wilt: A sound strategy. Pages 345-371 *in*: H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.) Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.
3. Acharya, S. N., Huang, H. C., and Hanna, M. R. 1995. Cultivar description: AC Blue J alfalfa. Can. J. Plant Sci. 75:469-471.
4. Albajes, R., Gullino, L. M., van Lanteren, J. C., and Elad, Y. (eds.). 1999. Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 545 p.
5. Audy, P., Braat, C., Saindon, G., Huang, H. C., and Laroche, A. 1996. A rapid and sensitive PCR-based assay for concurrent detection of bacteria causing common and halo blights in bean seed. Phytopathology 86:361-366.
6. Bardin, S. D., Huang, H. C., Liu, L., and Yanke, L. J. 2003. Control, by microbial seed treatment, of damping-off caused by *Pythium* sp. on canola, safflower, dry pea and sugar beet. Can. J. Plant Pathol. 25:268-275.
7. Benito, E. P., ten Have, A., van't Klooster, J. W., and van Kan, J. A. L. 1998. Fungal and plant gene expression during synchronized infection of tomato leaves by *Botrytis cinerea*. Eur. J. Plant Pathol. 104:207-220.
8. Biederbeck, V. O., Campbell, C. A., Rasiah, V., Zentner, R . P., and Wen, G. 1998. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. Soil Biol. Biochem. 30: 1177 - 1185.
9. Biederbeck, V. O., Lupwayi, N. Z., Rice, W. A., Hanson, K. G. and Zentner, R. P. 1999. Crop rotation effects on soil microbial populations, biomass and diversity under wheat in a brown loam. Pages 594-602 *in:* Proceedings of Soils and Crops. Extension Division, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan. February 25-26, 1999.
10. Boff, P. 2001. Epidemiology and biological control of grey mould in annual strawberry crops. Ph. D. Thesis, WAU, 128 p.

11. Bogdanova, V. N., Karadzhova, L. V., and Klimenko, T. F. 1986. Using *Coniothyrium minitans* Campbell as a hyperparasite in controlling the pathogen of watery soft rot of sunflower. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya 5:80-84.
12. Bremer, E., Huang, H. C., Selinger, L., and Davies, J. S. 2000. Competence of *Coniothyrium minitans* in preventing infection of bean leaves by *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Pathol. Bull. 9:69-74.
13. Budge, S. P., McQuilken, M. P., Fenlon, J. S., and Whipps, J. M. 1995. Use of *Coniothyrium minitans* and *Gliocladium virens* for biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in glasshouse lettuce. Biol. Control 5:513-522.
14. Campbell, C. A., Zentner, R. P., Janzen, H. H., and Bowren, K. E. 1990. Crop rotation studies on the Canadian prairies. Agriculture Canada, Ottawa, Ontario. Publ. No. 1841. 133 p.
15. Campbell, C. A., Zentner, R. P., Selles, F., Biederbeck, V. O. and Leyshon, A. J. 1992. Comparative effects of grain lentil-wheat and wheat monoculture on crop production, N economy and N fertility in a Brown Chernozem. Can. J. Plant Sci. 72:1091-1107.
16. Chen, C. Y., and Huang, H. E. 1997. Salicylic acid-induced resistance of lily leaves against *Botrytis elliptica*. Plant Pathol. Bull. 6:76-82.
17. Chen, C. Y., Lu, Y. Y., and Chung, J. C. 2003. Induced host resistance against Botrytis leaf blight. Pages 259-267 *in*: Advances in Plant Disease Management. H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.), Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.
18. Chung, W. C., Huang, J. W., Huang, H. C., and Jen, J. F. 2002. Effect of ground *Brassica* seed meal on control of *Rhizoctonia* damping-off of cabbage. Can. J. Plant Pathol. 24:211-218.
19. Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 2005. Formulation of a soil biofugicide for control of damping-off of Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) caused by *Rhizoctonia solani*. Biol. Contr. 32:287-294.

20. Daugaard, H. 1999. Cultural methods for controlling *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. Biol. Agric. Hortic. 16:351-361.
21. Daugaard, H. 2000. Effect of cultural methods on the occurrence of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) in strawberry. Biol. Agric. Hortic. 18:77-83.
22. De Ceuster, T. J. J., and Hoitink, H. A. J. 1999. Using compost to control plant diseases. BioCycle 40:61-63.
23. De Ceuster, T. J. J., and Hoitink, H. A. J. 1999. Prospects for composts and biocontrol agents as substitutes for methyl bromide in biological control of plant diseases. Compost Sci. & Utilizat. 7(3):6-15.
24. Elad, Y., Shtienberg, A. N., and Niv, A. 1994. *Trichoderma harzianum* T39 integrated with fungicides improved biocontrol of grey mould. Brighton Crop Prot. Conf. –Pest and Diseases 3:1109-1114.
25. Gamliel, A., and Stapelton, J. J. 1993. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. Phytopathology 83:899-905.
26. Graham, J. H., Peaden, R. N., and Evans, D. W. 1977. Verticillium wilt of alfalfa found in the United States. Plant Dis. Rept, 61:337-340.
27. Green, B. J. and Biederbeck, V. O. (eds.). 1995. Farm Facts: Soil improvement with legumes, including legumes in crop rotations. Canada-Saskatchewan Agreement on Soil Conservation Bulletin, ISSN0840-9447, 20 pp.
28. Hanna, M. R., and Huang, H. C. 1987. 'Barrier' alfalfa. Can. J. Plant Sci. 67: 827-830.
29. Heale, J. B., Isaac, I., and Milton, J. M. 1979. The administrative control of verticillium wilt of lucerne. Pages 71-78 *in:* Ebbels, D. L., and King, J. E. (eds.). Plant Health: The Scientific Basis for Administrative Control of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford.
30. Hedlund, T. 1923. Om Nagrasjukdomar och skador pa vara lantbruksvaxter. Sver. Allm. Jordbrukstidskr. 5: 166-168.

31. Hoitink, H. A. J. and Boehm, M. J. 1999. Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon. Ann. Rev. Phytopathol. 37: 427-446.
32. Huang, J. S., and Hsu, H. T. 2003. Induced host resistance in plants. Pages 237-258 *in*: Advances in Plant Disease Management. H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.). Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.
33. Huang, J. W., Chung, W. C., Huang, H, C., and Shiau, J. H. 2007. A granulate biofumigant for control of soilborne diseases in crops. (Republic of China Patent Certificate No. I 276402, March 21, 2007; Expiration date: March 9, 2024)
34. Huang, H. C. 1980. Control of Sclerotinia wilt of sunflower by hyperparasites. Can. J. Plant Pathol. 2:26-32.
35. Huang, H. C. 1997. Biological control of soilborne diseases in Canada. Pages 53-59 *in:* Biocontrol: Current Status and Future Prospects. Proceedings of International Symposium on Clean Agriculture, Oct 8, 1997 Sapporo, Japan
36. Huang, H. C. 2000. Crop protection: Current progress and prospects for the new millennium. J. Hebei Agric. Sci. 4(2):34-48.
37. Huang, H. C., and Kozub, G. C. 1991. Monocropping to sunflower and decline of sclerotinia wilt. Bot. Bull. Acad. Sinica 32:163-170.
38. Huang, H. C., and Huang, J. W. 1993. Prospects for control of soilborne plant pathogens by soil amendment. Current Topics in Botanical Research, Vol. 1:223-235.
39. Huang, H. C., and Kokko, E. G. 1993. *Trichothecium roseum*, a mycoparasite of *Sclerotinia sclerotiorum*. Can. J. Bot. 71:1631-1638.
40. Huang, H. C., and Erickson, R. S. 2000. Soil treatment with fungal agents for control of apothecia of *Sclerotinia sclerotiorum* in bean and pea crops. Plant Pathol. Bull. 9:53-58.
41. Huang, H. C., and Erickson, R. S. 2002. Overwintering of *Coniothyrium minitans*, a mycoparasite of *Sclerotinia sclerotiorum*, on the Canadian

prairies. Australasian Plant Pathol. 31:291-293..

42. Huang, H. C., and Erickson, R. S. 2004. Control of white mold of bean by *Coniothyrium minitans*: Comparison of soil and foliar treatments. Plant Pathol. Bull. 13:171-176.
43. Huang, H. C., Phillippe, L. M. and Phillippe, R. C. 1990. Pink seed of pea: A new disease caused by *Erwinia rhapontici*. Can. J. Plant Pathol. 12:445-448.
44. Huang, H. C., Acharya, S. N., Hanna, M. R., Kozub, G. C., and Smith, E. G. 1994. Effect of verticillium wilt on forage yield of alfalfa grown in southern Alberta. Plant Dis. 78:1181-1184.
45. Huang, H. C., Bremer, E., Hynes, R. K., and Erickson, R. S. 2000. Foliar application of fungal biocontrol agents for the control of white mold of dry bean caused by *Sclerotinia slcerotiorum*. Biol. Cont. 18:270-276.
46. Huang, H. C., Kodama, F., Akashi, K., and Konno, K. 2002. Impact of crop rotation on soilborne diseases of kidney bean: A case study in northern Japan. Plant Pathol. Bull. 11:87-96.
47. Huang, H. C., Erickson, R. S., Yanke, L. J., Mündel, H. -H., and Hsieh, T. F. 2002. First report of pink seed of common bean caused by *Erwinia rhapontici*. Plant Dis. 86:921.
48. Huang, H. C., Erickson, R. S., Yanke, L. J., Hsieh, T. F., and Morrall, R. A. A. 2003. First report of pink seed of lentil and chickpea caused by *Erwinia rhapontici* in Canada. Plant Dis. 87:1398.
49. Ishii, K., Kobayashi, J., Ueno, Y., and Ichinoe, M. 1986. Occurrence of Trichothecin in Wheat. Appl. Environ. Microbiol. 52(2):331–333.
50. Liang, X. Y., Huang, H. C., Yanke, L. J., and Kozub, G. C. 1996. Control of damping-off of safflower by bacterial seed treatment. Can. J. Plant Pathol. 18:43-49.
51. Lisansky, S. G., Quinlan, R. J., and Coombs, J. 1995. Biopesticides: Markets, Technology, Registration, and IPR Companies. 4th ed. Vol. 1. CPL Scientific Information Services, UK.

52. Luth, P. 2001. The biological fungicide Contans WG7- A preparation on the basis of the fungus *Coniothyrium minitans.* Pages 127-128 *in:* Proc. *Sclerotinia* 2001. The XI International Sclerotinia Workshop, York, C. S. Young, K. J. D. Hughes (eds). 8-12 July 2001, York, England: Central Science Laboratory, York, England.
53. McLaren, D. L., Huang, H. C., Kozub, G. C., and Rimmer, S. R. 1994. Biological control of sclerotinia wilt of sunflower by *Talaromyces flavus* and *Coniothyrium minitans*. Plant Dis. 78:231-235.
54. McLaren, D. L., Huang, H. C., and Rimmer, S. R. 1996. Control of apothecial production of *Sclerotinia sclerotiorum* by *Coniothyrium minitans* and *Talaromyces flavus*. Plant Dis. 80:1373-1378.
55. McMullen, M. P., Stack, R. W., Miller, J. D., Bromel, M. C., and Youngs, V. L. 1984. *Erwinia rhapontici*, a bacterium causing pink wheat kernels. Proc. of North Dakota Academy Science 38:78.
56. Morrall, R. A. A. and Dueck, J. 1982. Epidemiology of Sclerotinia stem rot of rapeseed in Saskatchewan. Can. J. Plant Pathol. 4:161-168.
57. Murphy, A. M., Holcombe, L. J., and Carr, J. P. 2000. Characteristics of salicylic acid-induced delay in disease caused by a necrotrophic fungal pathogen in tobacco. Physiol. Mol. Plant Pathol. 57:47-54.
58. Panton, C. A. 1967. Genetic control of resistance of lucerne, *Medicago sativa* L. to *Verticillium albo-atrum* Rke. & Berth. Hereditas 57:741-745.
59. Panton, C. A. 1967. The breeding of lucerne, *Medicago sativa* L. for resistance to *Verticillium albo-atrum.* III. Hereditas 57:115-126.
60. Punja, Z. K. 2003. Genetic engineering of vegetable crops to enhance resistance to fungal pathogens. Pages 215-235 *in*: H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.) Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.
61. R’Houma, A., Cherif, M., and Boubaker, A. 1998. Effect of nitrogen fertilization, green pruning and fungicide treatments on Botrytis bunch rot of grapes. J. Plant Pathol. 80:115-124.

62. Rosa, E. A. S., and Rodrigues, P. M. F. 1999. Towards a more sustainable agriculture system: The effect of glucosinolates on the control of soilborne diseases. J. Horticul. Sci. & Biotech. 74:667-674.
63. Rosskopf, E. N., Chellemi, D. O., Kokalis-Burelle, N., and Church, G. T. 2005. Alternatives to methyl bromide: A Florida perspective. Feature Story, June 2005, The American Phytopathological Society.
64. Sato, R. 1994. Outbreak of alfalfa Verticillium wilt in Hokkaido. Japan Agric. Res. Quart. 28:44-51.
65. Sesan, T. E. 2003. Sustainable management of gray mold (*Botrytis cinerea*) on grapevine, strawberry and ornamentals. Pages 121-152 *in:* H. C. Huang and S. N. Acharya (eds.) Advances in Plant Disease Management. Research Signpost, Trivandrum, Kerala, India.
66. Sheppard, J.W., and Needham, S.N. 1980. Verticillium wilt of alfalfa in Canada: Occurrence of seed-borne inoculum. Can. J. Plant Pathol. 2:159-162.
67. Smith, E. G., Acharya, S. N., and Huang, H. C. 1995. Economics of growing verticillium wilt-resistant and adapted alfalfa cultivars in western Canada. Agron. J. 87:1206-1210.
68. Smithyman, R. P., Howell, G. S., and Miller, D. P. 1997. Influence of canopy configuration on vegetative development, yield, and fruit composition of Seyval Blanc grapevines. Amer. J. Enol. Vitic. 48:482-491.
69. Vasconcelos, M. C., and Castagnoli, S. 2000. Leaf canopy and vine performance. Amer. J. Enol. Vitic. 51:390-396.
70. Volschenk, C. G., and Hunter, J. J. 2001. Effect of seasonal canopy management on the performance of Chenin blanc/99 Richter grapevines. South African J. Enol. Vitic. 22:36-40.
71. Whitten, M. J., Jefferson, R. A., and Dall, D. 1996. Needs and opportunities. P1-36 *in:* G. J. Persley (ed). Biotechnology and Integrated Pest Management. CAB International, Wallingford, UK.

72. Williams, J. R., and Stelfox, D. 1980. Influence f farming practices in Alberta on germination and apothecium production of sclerotia of Sclerotinia sclerotiorum. Can. J. Plant Pathol. 2:169-172.

73. Wilson, C. L., Solar, J. M., El-Ghaouth, A., and Wisniewski, M. E. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activityagainst *Botyrtis cinerea*. Plant Dis. 81:204-210.

74. World Meteorological Organization (WMO). 2003. Scientific assessment of ozone depletion: 2002 Global Ozone Research Monitoring Project Report #47, Geneva., Switzerland, 498 pp.

75. Wright, A. T. 1990. Yield effect of pulses on subsequent cereal crops in the northern prairies. Can. J. Plant Sci. 70:1023-1032.

76. Zadoks, J. C. 1993. Antipodes on crop protection in sustainable agriculture. Pages 3-12 *in*: Pest Control and Sustainable Agriculture. S. Corey, D. Dall, and W. Milne (eds.) Commonwealth Scientific and Industrial Research organization, Australia.

節能下的病害管理策略

黃鴻章[1,2]、吳明哲[1]
[1] 行政院農委會農業試驗所　生物技術組
[2] 連絡作者，電子郵件：hchuang@wufeng.tari.gov.tw

摘　要

現今廿一世紀，人類面臨著能源短缺、地球暖化和環境破壞等問題。這些問題使我們體驗到過去半個世紀以來，農業生產由於過度使用合成化學農藥和化學肥料而造成環境破壞與生態失衡等不良後果，因此乃提倡『農業永續經營』的理念。在此理念下，所有作物病害的防治策略都必需符合經濟效益、注重生態平衡與環境安全、以及注重社會大眾的需求，以達到每一植物保護策略都能節約人力、物力和保護環境的目的。因此現今作物病害防治策略是研發有效且對環境安全性高的病害防治方法，以取代化學農藥做為作物傳统栽培、有機栽培和介質栽培等的病害管理手段，期能達到農業永續經營的目的。這些非化學防治方法包括使用健康種子、種球或種苗，田間衛生，抗病育種，輪作栽培，天然植物萃取液，以及生物防治等。這些方法的應用雖然因作物和病害種類而異，通常是以數種有效方法在作物栽培過程中加以綜合應用效果最佳。如果再配合適當地調控農業生態環境，更會發揮這些防治方法的效果而達到病害有效管理和農業永續經營之目的。於現今的能源危機和環保壓力下，研究更安全有效的病害防治方法尤其是當務之急。

關鍵詞: 病害管理、永續農業、非農藥防治

利用農業廢棄物研發抑病介質與有機添加物

黃振文[1,2]、彭玉湘[1]

[1] 台中市 國立中興大學 植物病理學系

[2] 連絡作者，電子郵件：jwhuang@dragon.nchu.edu.tw

摘　要

農業廢棄物蘊含有豐富的微生物與有機成分。將它們妥善的堆肥化處理，不但可降低環境污染的衝擊外，尚可研製優良的有機堆肥與栽培介質，創造農業資源的永續利用。筆者研究發現香菇太空包廢棄物堆肥具有顯著抑制西瓜蔓割病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*)，甘藍苗根瘤病菌(*Plasmodiophora brassicae*)，番茄根腐病菌(*Pythium myriotylum*)及番茄根瘤線蟲 (*Meloidogyne incognita*)等引起的病害；此外，金針菇生長過的基質所製成的堆肥尚可保護豌豆根系免於拉草與丁基拉草的毒傷。利用農業廢棄物的抑菌特性與其豐富的微生物資源，筆者已成功研製 SSC-06、FBN-5A 及 THC-23 等種抑菌介質與有機添加物；它們均具有促進農作物生育與減少病害發生的效果。綜合一系列的研究證實抑病介質與有機添加物的防病原理，主要與其組成資材的化學成分及其原棲居或新導入之微生物間存在有密切的相關性。

關鍵詞：農業廢棄物、抑菌介質、植物病害防治、資源永續

緒　言

地球是一個具有生命力的有機體，它的健康與否關係著自然資源的永續。Loehr 氏[17]與 Hoitink&Fahy 氏[12]等認為妥善處理農業廢棄物，進而調製有益作物生長或具有防治植物病害功效的栽培介質與有機添加物，是維繫農業永續及資源管理的可行方向之一。二十世紀初葉，Sanford 氏[20]利用

綠肥添加物防治馬鈴薯瘡痂病(*Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waks & Henrici)的報導，給予從事防治土壤傳播性病害的研究者一個啟示：「適當的經營與管理土壤，可有效控制土壤的環境，並抑制作物根部病害的發生」。隨後，植病學者已漸重視某些作物殘渣、樹皮堆肥及污泥等具有防治作物土媒病原的特性。Malek 與 Gartner[18]指出闊葉樹皮堆肥可以抑制 *Meloidogyne hapla*, *Pratylenchus penetrans* 及 *Trichodorus christiei* 等線蟲。Tamura 與 Taketani 兩氏[23]報導樹葉與稻殼堆肥防治十字花科根瘤病(*Plasmodiophora brassicae*)的效果顯著優於鋸木屑堆肥。邱氏[3]發現香菇太空包堆肥具有抑制西瓜蔓割病、胡瓜猝倒病及番茄根腐病等效果，此外，黃氏等[10]證明金針菇太空包堆肥可以紓解拉草毒傷豌豆根系。因此，筆者曾嘗試利用農業廢棄物的抑菌與抑病特性，系列開發數種栽培介質與有機添加物產品，具有增強農作物發育與減少病害發生的效果。本文主要的目的在於介紹栽培介質的問題，抑病介質之調製與應用流程及相關產品之抑病原理，祈有助於農業廢棄物的再生利用與協助農業的永續經營。

栽培介質的問題

理想的栽培介質應具備有優良的物理性、化學性、生物性及經濟性。優良介質的物理特性包括有良好的通氣性和保水力，若介質乾燥後其再濕性較差時，極易導致幼苗失水萎凋，是介質不可忽視的重要問題。選擇通氣性佳和不易崩解的介質，可大大地減少植株根系不缺氧、腐爛或生育不良的百分率。因此，在考量介質的物理性狀上大多傾向選擇多孔性物質、低總體密度及不易崩解的材質。優良介質的重要化學特性包括適當的酸鹼度、導電度（EC）、陽離子交換能力、營養元素含量及不具有毒物等特性。一般無機介質在應用上因缺乏均衡的營養，容易造成植株缺肥與發育不良的現象。此外，介質含有過多或過少營養元素對作物的生長也都有不良影響。堆積不完全的資材，充作栽培介質，常含有大量有毒的酚類化合物，會抑制種子的發芽或毒害幼苗的生育。另外，介質中攜有害的病原微生物、雜草種子及蟲卵是不可忽視的重要問題，例如進口的栽培介質常攜帶有鐮

胞菌(*Fusarium* spp.)、立枯絲核菌(*Rhizoctonia solani*)及腐霉菌(*Pythium* spp.)等植物病原菌成為種苗病害的重要初次感染源。

抑病介質與添加物的開發

一、抑病介質配方的設計原則

配製良好的抑菌介質猶如中醫師調配中藥材一樣，必須兼顧主劑與藥引子的搭配。因此，開發抑病介質與添加物的研究流程與設計原則如下：1.選定目標，進行文獻蒐集與專家諮商；2.擬定主配方資材的種類與數量，找尋無副作用之資材；3.針對標的病原篩選與決定主配方資材的濃度；4. 篩選與添加副方資材，用以提昇製劑的功效；5.執行一系列溫室與田間試驗評估製劑的效果，並逐一修正配方。

二、研發抑病介質與添加物的考量

栽培介質的質材可區分為無機和有機兩大類。無機介質所指的是砂類、泥土、蛭石、珍珠石、煤渣、礦渣、浮石、人造土、岩棉及發泡煉石等。這類介質的特色是不具分解性。有機介質則包括泥炭類、蛇木屑、水草及各種農工廢棄物如樹皮、稻桿、米糠、花生殼、玉米穗軸、甘蔗渣、菜仔粕、蓖麻粕、黃豆粕、木屑、椰子殼、污泥、廢棄菇類太空包培養基、蝦蟹殼粉、魚粉、禽畜糞便等，此類資材具有保肥及保水的特性。研發抑菌介質為達防治病害的效果，乃在於其組成份中的氮肥經硝化作用後，產生有害氣體，直接殺滅病原菌為主；此外，以有機質提供土壤微生物之營養源，大量誘生有益微生物競生，或分解產生毒害物質以降低病原菌之族群數量，並強化作物對病原菌之抗性為輔。因此，選用資材方面必須考量下列幾點：

(一) 有機質與無機化合物的特性－依有機質的碳氮比可將資材略分為二類：1.含高量碳源之木屑、穀殼、稻草、蔗渣及花生殼等，可增加土壤之物理性；2.含高量氮源之雞糞、豬糞、牛糞、米糠、豆粕、魚粉、

血粉及骨粉等，可提供微生物作用之需。有機物在栽培介質中的角色以增加物理結構及促進微生物增殖為主。致於無機化合物中之氮、磷、鉀、鈣肥則是植物生長的必要元素。其中氮肥可促進植物的生長，但過量使用氮肥會使植物組織結構鬆散，而易遭受病原菌的為害；然而，有些氮肥如尿素在分解過程中，會產生氨氣，具有毒殺病原菌的作用。磷肥在生物代謝過程中的地位非常重要，尤其對促進作物根部生長之效果明顯。鈣肥除可增加作物對病原菌的抗病性外，並可降低病原菌的為害。選擇無機化合物時，應考慮各種元素所扮演的角色，適度調整其在添加物中之比例。

(二) 對標的植物及根圈病原菌生長的影響－土壤添加物中含有氮、磷、鉀、鈣肥料成份。其中氮肥可改變寄主抗病性及病原菌的致病性，並間接促進土壤微生物的作用，因而降低病害的發生。氮的型態可影嚮病原菌在土壤中的存活、發芽及生長，尤其是氨(ammonia)具殺菌能力，常被用來防治病害。鉀可直接抑制病原侵入作物，並可阻止病原菌在作物組織內繁殖、蔓延及棲息等作用。一般而言，施用腐熟的有機質對植物生長有利，但是在組合土壤添加物時，不能只取腐熟過的資材，因其抑菌能力有限。在篩選有機質對病原菌生長的影響時，應一併考慮其抑菌特性及增加土壤微生物族群數量等方面的效果，才能準確地選出所需的有機質。

(三) 對土壤理化及生物性的影響－對大部份土壤病原菌而言，土壤 pH 值可左右其活性，土壤 pH 值高於 7.0，則多數鐮胞病菌、立枯絲核菌等植物病原菌之活力會顯著降低；此外，若土壤中含有有機態氮時，高土壤 pH 值可加速氨化作用的產生，將氮肥分解進而釋出氨氣，直接殺滅存於土壤中之病原菌，達到病害防治之效果。另外，土壤中施用硝酸態氮後，可促進土壤中拮抗菌族群的增加，進而抑制多種病害的發生。

抑病介質與添加物的篩選方法與步驟

簡易檢測介質與添加物資材的抑菌功效，首須在介質資材中接種植物病原菌後，定時採用生物檢定分析，比較植物病原菌在各介質資材中的存活動態，及探討介質的抑菌圖譜，將可加速抑病介質的調製。此外，抑病介質與添加物的篩選步驟應涵蓋：（一）測定各種介質與添加物資材對園藝及農藝作物幼苗發育的影響，（二）評估各種資材抑制作物根部病原的效果，（三）比較不同堆積腐熟程度的資材對作物幼苗與其根部病害發生的影響，（四）檢測資材中蘊含之有益拮抗微生物的活性。

抑病介質與添加物的調製與應用

筆者利用農業廢棄物研製抑病介質與添加物的三種產品，其組成分述如下：

(一) SSC-06 介質：係由腐熟香菇太空包堆肥、炭化稻穀、蝦蟹殼粉及血粉調製而成[7]。

(二) FBN-5A 介質添加物：係由香菇太空包廢棄基質、魚粉、骨粉、血粉、菜仔粕、硝酸氨與丙烯醇組合而成[21]。

(三) THC-23 微生物堆肥介質：係由滅過菌之金針菇堆肥接種 *Trichoderma harzianum* T23 調製而成[9]。

在室內評估具有抑菌潛力的介質資材時，有時需加入適當比例的添加物，才可以有效提升其防病的功效。然後，將不同組合的介質進一步移至溫室與田間進行比較試驗，藉以瞭解最佳組合之介質的防病功效與其對作物種苗生育的影響，即可發展出優良的抑菌介質。邱氏[3]利用香菇太空包廢棄堆肥及金針菇太空包廢棄堆肥作為培育蔬菜種苗的介質時，發現此兩種介質均具有顯著抑制西瓜蔓割病，甘藍苗根瘤病與西瓜、蕃茄、甘藍及甜椒根瘤線蟲病等效果。此外，香菇太空包廢棄堆肥尚具有抑制番茄根腐病的功效。黃氏[6]利用腐熟香菇太空包廢棄堆肥與碳化稻殼按體積三比一的比率混合成 SSC-05 介質，再添加 0.1%～0.5%(w/v)的骨粉、魚粉、牛血粉、菜仔粕或硝酸氨、香菇太空包廢棄堆肥與丙烯醇等混伴而成的 FBN-5A，添

加在進口的 BVB No.4 介質中可增進百合苗的發育[21]。另外，FBN-5A 介質具有防治甘藍立枯病(*R. solani* AG-4)、蔬菜菌核病(*Sclerotinia sclerotiorum*)或降低蘿蔔黃葉病(*F. oxysporum* f. sp. *raphani*)及萵苣萎凋病(*F. oxysporum* f. sp. *lactucae*)的發生率；1%FBN-5A 尚可完全抑制田間雜草如馬齒莧、龍葵、鱧腸、尖瓣花等種子的發芽。SSC-06 介質具有抑制甘藍立枯病(*R. solani* AG-4)及抑制 *Pythium myriotylum* 為害番茄與甜椒幼苗的功效。THC-23 微生物堆肥介質可快速有效減輕拉草殺草劑對豌豆根系的毒害。

抑病介質與添加物的抑菌原理

抑病介質與添加物經常是由二種以上的有機物與無機物組合而成，可以有效抑制病原菌的存活，增強微生物的活力，與促進植物的生育。一般而言，優良的抑病介質與添加物之抑菌與防病作用常隨標的病原菌種類與不同添加物的處理而有所差異。香菇太空包廢棄堆肥抑制番茄根腐病菌(*Pythium myriotylum*)的效果係由於介質中存在有酚類化合物可抑制 *Pythium myriotylum* 之游走子的發芽百分率及其發芽管長度，進而使植株免受根腐病菌的為害。

SSC-06 與 FBN-5A 防治甘藍立枯病菌的原理，在於其成分中含有蝦蟹殼粉與血粉可釋放氨氣，以毒傷或弱化 *R. solani* AG-4；此外，微生物族群在該製劑內部的變動與消長，以及其所含的抑菌成分，均是阻撓 *R. solani* AG-4 纏據甘藍幼苗的重要原因[7,22]。FBN-5A 配方中，發現丙烯醇可誘發大量 *Trichoderma* spp.的增殖[14]。顯然，抑病介質的防病原理是介質資材的化學成分與其原棲居或導入之微生物共同表現的結果。

金針菇太空包堆肥配合 *T. harzianum* T23 製成的 THC-23，可以有效紓解拉草對碗豆根系的毒傷現象[14]。另外，研究發現單獨接種具有分解拉草能力的 *T. harzianum* T23 胞子懸浮液於含有拉草的土壤中，該菌株無法有效保護豌豆根系免於拉草的毒傷；惟添加微生物的 THC-23 堆肥介質卻可有效減輕拉草對豌豆根系的傷害。若添加消毒過的金針菇堆肥於含有拉草的滅菌土中，經過 7 天後，發現該堆肥無法有效降低拉草在土中的殘留量[9]。顯

然，土壤微生物需要藉由金針菇堆肥維持它們增殖的生命活力；致於金針菇堆肥則須有土壤微生物的輔助，兩者才能共同發揮紓解拉草毒傷豌豆的功效[9]。

結　論

妥善處理農業廢棄物，將有助於自然資源的永續利用，本文的報導可以歸納成下列四個結論，即(1)妥善處理農業廢棄物可降低環境污染的沖擊；(2)農業廢棄物可研製成有機肥、抑菌（病）栽培介質與防治作物病害的有機添加物等；(3)調製農業廢棄物成為介質與有機添加劑的三個基本原則：(a)產品可以培育健康種苗及農作物，(b)產品具有抑制或殺滅植物病原的優良效果，(c)產品可以維護生態平衡，使環境污染的沖擊降至最小；(4)農業永續經營的過程務必重視各種農業廢棄物的特有成分與微生物資源的研發與利用。

引用文獻

1. 王才義。1993。農作廢棄物作為容器栽培介質有機成分之探討。園藝作物生產與發展研討會專刊。P.69-82。國立中興大學園藝系編印。
2. 李昱輝。1996。黃后日衛矛苗枯病之防治試驗。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
3. 邱安隆。1996。利用農工廢棄物研製可供培育蔬菜種苗之抑病介質。國立中興大學植物病理學系碩士論文。
4. 陳士略。1996。金針菇廢棄堆肥作為育苗介質之研究。國立中興大學園藝系碩士論文。
5. 黃振文。1996。農業廢棄物防治作物病害展望。植物保護新科技研討會專刊。P151-157。台灣省農業試驗所編印。
6. 黃振文。1993。開發有機添加劑防治作物病害的系列研究。永續農業研討會專集第 227-237 頁。台中區農改場出版。

7. 黃振文、石信德、蕭芳蘭。1996。抑菌介質的調配與應用。健康清潔植物培育研習會專刊第 149-153 頁。中華民國植物病理學會編印。
8. 黃振文、胡建國。1996。除草劑促進植物病害發生的副作用與防治法。除草劑安全使用及草類利用管理研討會專刊第 373-381 頁。中華雜草學會出版。
9. 黃振文、胡建國、石信德。1996。土壤微生物在金針菇太空包廢棄堆肥紓解拉草毒傷豌豆根系所扮演的角色。植病會刊 5:137-145。
10. 黃錦河。1995。本土化蔬菜穴盤育苗介質之開發利用。國立中興大學園藝系碩士論文。
11. Fryer, L. 1986. The New Organic Manifesto. Published by Earth Foods Associates, Wheaton, Maryland.
12. Hoitink, H. A. J., and Fahy, C. P. 1986. Basis for the control of soilborne plant pathogens with compost. Annu. Rev. Phytopathol. 24: 93-114.
13. Huang, H. C., and Huang, J. W. 1993. Prospects for control of soilborne plant pathogens by soil amendment. Cur. Top. Bot. Res. 1:223-235.
14. Huang, H. C., Huang, J. W., Saindon, G., and Erickson, R. S. 1997. Effect of allyl alcohol and fermented agricultural wastes on carpogenic germination of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum* and colonization by *Trichoderma* spp. Can. J. Plant Pathol. 19:43-46.
15. Huang, J. W., and Huang, H. C. 2000. A formulated container medium suppressive to Rhizoctonia damping-off of cabbage. Bot. Bull. Acad. Sin. 41:49-56.
16. Irving, G. 1970. Agricultural pest control and the environment. Science 168:1419-1424.
17. Loehr,R.C. 1974. Agricultural waste management. Academic Press. London.
18. Mark, R. B., and Gartner, J. B. 1975. Hardwood bark as a soil amendment for suppression of plant parasitic nematodes on container grown plant. HortScience 10: 33-35.

19. Papavizas, G. C. 1975. Crop residues and amendments in relation to survival and control of root-infection fungi: an introduction. Page 76 *in:* Biology and Control of Soilborne Plant Pathogens. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul. MN. 216pp.
20. Sanford, G. B. 1926. Some factors affecting the pathogenicity of *Actinomyces scabies*. Phytopathology 16:528-547.
21. Shiau, F. L., Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 1997. Improvement of a growth medium for cultivation of vegetable seedlings. Plant Prot. Bull. 39:402-403.
22. Shiau, F. L., Chung, W. C., Huang, J. W., and Huang, H. C. 1999. Organic amendment of commercial culture media for improving control of Rhizoctonia damping-off of cabbage. Can. J. Plant Pathol. 21:368-374.
23. Tamura, M., and Taketani, K. 1977. Biology and control of clubroot of Chinese cabbage in the Ishikawa Preffecture. Ishikawa Pref. Agtic.Exp. Stn. Bull. 9:1-26.

Development of Container Medium and Organic Amendment With Agricultural Wastes

Huang, Jenn-Wen[1,2] and Peng, Yu-Hsinag[1]

[1] Department of Plant Pathology, National Chun Hsing University, Taichung 402 Taiwan

[2] Corresponding author, Email: jwhuang@dragon.nchu.edu.tw

ABSTRACT

Agricultural wastes such as rice straw, rice hull, peanut husk, corn cob, bagasse, rape-seed pomace, castor seed pomace, tree bark, mushroom growth medium waste and shrimp shell powder are widely used in land reclamation and in production of horticultural crops. They benefit crop production by improving soil fertility, increasing soil fertility, increasing soil organic matter and, in many instances, reducing the incidence of soilborne diseases. Several container media and organic amendments, e.g. SSC-06, FBN-5A, and THC-23 mixtures have been formulated by using agricultural wastes and fertilizers for the management of crop diseases in Taiwan. Most of the formulated products were designed to maximize the harmful effect on target pathogens and maintain soil fertility with minimal negative impacts on the agroecosystem. The mechanisms by which container media and soil amendments affect plant pathogens can be simple or complex depending on the pathogen. In some cases, control is achieved by direct killing of the pathogen propagules, in other cases, disease suppression is the result of a combination of multiple factors, including direct poisoning of the pathogen and indirect effects by enhanced microbial activity and improved vigor of plants.

Key words: agricultural wastes, container medium, Plant Disease Control, sustainable agriculture.

節能減碳與作物病害管理研討會 137-153

非農藥防治新技術的開發與應用

安寶貞[1,4]、謝廷芳[2]、蔡志濃[1]、黃晉興[1]、楊宏仁[3]
[1] 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理組
[2] 行政院農業委員會農業試驗所 花卉研究中心
[3] 行政院農業委員會農業試驗所 嘉義農業試驗分所
[4] 連絡作者，電子郵件：pjann@wufeng.tari.gov.tw

摘 要

近年來我國開發的非農藥病害防治新技術甚多，在此簡單介紹數項田間實際推廣應用的新技術，包括亞磷酸簡便使用法（可以有效預防卵菌引起的眾多病害）、乳化葵花油（預防與治療白粉病與其他葉部病害）、排水防治蘿菜青枯病與茭白基腐病、溫水處理抑制檬果炭疽病與山藥種薯線蟲。

關鍵詞：非農藥防治、亞磷酸、葵花油、重碳酸鹽、排水、溫水處理

緒 言

因臺灣地處熱帶與亞熱帶，氣候高溫多濕，適合多種病害的發生與傳播；冬季又乏低溫來降低病原菌之密度，因而病害十分猖獗，嚴重影響農產品的產量與品質。因此自從農藥問世後，農民基於經濟與速效之考量，多以化學方法來防治病害，而忽略其他防治手段與管理策略。然而使用農藥有許多負面影響，包括(1).有礙農民與消費者的健康：農藥中毒事件時有所聞；而且農產品上易留有農藥殘毒，清洗不易，易引起慢性中毒；(2).對作物產生藥害：農藥使用不當時有害植物；(3).病原菌產生抗藥性：經常使用農藥，病原微生物易產生抗藥性，導致農藥成效不彰甚而完全無效，誘發更嚴重的病害；(4).危害非標的生物：大部分農藥無選擇性的殺滅微生物，造成土壤與環境中有益微生物族群下降，降低自然拮抗能量，甚至在

減除主要病原菌後，使次要病原菌族群增加，而成為主要病原為害作物；及(5).造成環境與生態污染：許多農藥在自然界中代謝分解十分緩慢，造成水源與土壤污染，嚴重破壞生態體系。

然而，近年來台灣經濟成長、生活富裕，消費大眾對農產品的要求不僅是吃得飽、穿得暖，而是要吃得安全、吃的健康。尤其近年來面臨全球暖化、能源短缺及環境污染等嚴重問題，如何開發非農藥防治製劑與技術，以減少化學合成農藥的使用，甚而完全不使用農藥來防治作物病蟲害，來降低環境與生態的污染，且能達到節能減碳之效益與農業永續發展之目的，已經成為政府的既定政策與研究人員努力研發的目標。

以下簡單介紹農業試驗所非農藥防治研究團隊近年來在作物病害方面所開發之非農藥防治資材與技術，這些新方法均已正式推廣於田間病害防治使用，成效良好，甚至已技術轉移廠商。

亞磷酸簡便使用法之開發

亞磷酸之特性

在 1980 年代一種防治疫病的藥劑福賽得 fosetyl-Al (aluminum tris-o-ethyl phosphonate, commercially known as Aliette) 研發成功後[5]，發現其代謝產物中的亞磷酸為主要抑病物質。此後，亞磷酸才被探討研究與使用，亞磷酸（phosphorous acid, H_3PO_3）原為磷肥的一種[17]，無色透明結晶，在空氣中易潮解，其水溶液酸性強（約為 pH 2.1），直接使用於植物會造成嚴重藥害，因此須以強鹼物質中和。目前亞磷酸在國外已開發成數種產品上市，包括著名的 Foli-R-Fos 200 (20% phosphorous acid, U.I.M. Agrochemicals, Australia)[26], Nutri-Phite P Foliar (4% N-30% P_2O_5-8% K_2O, Biagro Western Sales, Inc., Visalia, CA)[7], Guard P. K. (7% N-21% P_2O_5-21% K_2O, Agrichem, Australia), Akomon-40[4] and Potphos[4], 等。然而這些產品因為價格昂貴，且液體狀的亞磷酸根易氧化成磷酸根(-3PO_4)，而大大的降低防病功能，在國內並無廣泛推廣。由於大部分農民無法自行調配亞磷酸溶液，農試所花

費數年時間，研發出非常簡便、有效、安全的使用方法，農民可自行調製，用於田間病害防治[1,2]。

亞磷酸簡便使用法的研發與保存

亞磷酸(H_3PO_3)為強酸，以氫氧化鉀(KOH)以 1:1 等重量中和後使用。市售之 95-98%的工業級亞磷酸與 85%氫氧化鉀均可使用。調配好之亞磷酸溶液約在酸鹼值 pH6.1~6.8 左右。亞磷酸為強酸、氫氧化鉀為強鹼，配製時須分別先溶於水中，再混合使用。或者先溶解亞磷酸後、再溶解氫氧化鉀。切不可將兩者同時加入水中，或將兩者混合，再加水稀釋。亞磷酸溶於水後，易氧化成磷酸，降低防病效果，故配製好之亞磷酸溶液，宜當日使用。亞磷酸因易潮解，必須密封（可以事先分裝，密閉，或共同購買），放置於含有乾燥劑的容器內。另調製時勿用手直接碰觸亞磷酸與氫氧化鉀。

亞磷酸施用濃度、部位及時期

(1).葉面與果實噴佈時，濃度以 1000 mg./L 為佳。（如 100 公升水中加入 100g 亞磷酸與 100g 氫氧化鉀，即為 1000 倍稀釋液；加入 200g 亞磷酸與 200g 氫氧化鉀即為 500 倍稀釋液）。尤其噴布於幼嫩組織，如花、果實及新芽部位，使用濃度不可超過 1000 mg/L，否則會造成藥害。葉面噴佈的施用時期為雨期來臨前，每 7 日一次，至少 2 至 3 次，可連續使用。果實噴佈則於雨期來臨前，每 7 日一次，連續 2 至 3 次，採果期亦可使用。(2)土壤與根圈灌注時，施用濃度可提高至 2000-5000 mg/L，使用後 7 天內，盡量勿澆水。一般健康植物的根系吸收力佳，施用後方有保護效果。使用時期依作物別不同而異，果樹幼苗於雨期來臨前，每月 1 次，共 2 次，以後每隔 3 個月一次。健康樹木一年使用一到二次即可。蔬菜、花卉於雨期來臨前，每 7 日-14 日灌注一次，至雨季結束為止，病情嚴重時，縮短使用時間，並配合使用其他系統性化學藥劑，以增強藥效。

亞磷酸之防病範圍

在國外，亞磷酸產品被報導可以有效的用於許多作物疫病[10, 15, 21, 25]與露菌病 [4, 18, 26, 28]的田間防治，包括柑橘裾腐病與根腐病、鳳梨心腐病、木瓜果實疫病、可可果實與莖腐病、榴槤果實疫病、馬鈴薯晚疫病、番椒與番茄疫病、觀賞植物疫病、煙草黑腳病、及牧草疫病、葡萄露菌病、萵苣露菌病、花椰菜露菌及甜玉米露菌病等。吾人開發之亞磷酸簡便使用方法，目前在果樹、蔬菜及花卉疫病與其他藻菌引起的病害預防上已廣為使用（表一），包括柑橘、酪梨、番茄、文心蘭疫病、荔枝露疫病，葡萄露菌病、玫瑰露菌病等等。目前該技術已經技術轉移廠商，由於亞磷酸調配技術簡單，農民可自行操作；施用亞磷酸的蔬果安全無虞，可在採果期使用；尤其它與氫氧化鉀的價格均很便宜，與福賽得用量相比，成本僅為其十分之一價格，使亞磷酸兼具經濟、有效、安全三大優點。

亞磷酸的防病機制

亞磷酸的防病機制有兩種說法，在高濃度下，亞磷酸有直接殺滅病原而達到保護寄主的功效[6, 28]，但許多證據顯示亞磷酸亦有增強寄主抗病能力的功效[8, 19, 22, 23]，經亞磷酸處理的組織產生植物防禦素的速度較快且量較多。目前大部分研究人員同意亞磷酸兼具直接殺菌與間接增強植物抗病能力的雙重效果[9, 25]，施用亞磷酸後，它可被葉片、根系吸收，運送至植株體內，等疫病菌入侵後，可以刺激植株產生植物防禦素，對抗入侵病菌。吾人實驗顯示亞磷酸在植株體內的下移性良好，但上移性並不佳，且對儲藏期發生之疫病的防治效果很差。防治葉部或果實病害以全株噴施為佳，而且亞磷酸以連續施用 3 次以後，方可以完全啟動防禦系統。亞磷酸在植株根部可被土壤微生物代謝成磷酸，成為植物主要肥料之一。

表一、亞磷酸（1000 ppm）在台灣防治作物疫病與晚疫病、荔枝露疫病等之效果

Table 1. Control of Phytophthora diseases and litchi downy blight caused by *Peronophythora litchii* with phosphorous acid (1000 ppm) neutralized with potassium hydroxide (w/w:1/1) in Taiwan

Plant	Disease and pathogen	Infection site	Application method	Application schedule	Control effect (%）
Tomato, potato	Late blight, *Phytophthora infestans*	Whole plant	Foliar spray	3 times, once 1 week	80-100
Pepper, tomato	Phytophthora blight & basal stem rot, *P. capsici*	Whole plant	Foliar spray, soil trench	Continue, once per 7-10 days	60-100
Gerbera	Basal stem rot, *P. cryptogea*	Main root & basal stem	Soil trench	3 times, once 1 week	60-90
Cymbidium sp.（虎頭蘭）	Black rot, *P. multivesticlulata*	Whole plant	Foliar spray	3 times, once 1 week	100
Cymbidium (報歲蘭)	Black rot, *P. palmivora*	Whole plant	Foliar spray	Inoculation, 2 month after treatment	57
Oncidium	Black rot, *P. palmivora*	Whole plant	Foliar spray	Once per month	90-95
Lily	Phytophthora blight, *P. parasitica*	Whole plant	Foliar spray	3 times, every 7 days	95-100
Papaya	Fruit rot, *P. palmivora*	Fruit	Foliar spray	3 times, every 7 days	80-100
Avocado	Root rot, *P. cinnamomi*	Seedling root	Foliar spray, soil trench	Pot test, once per month	80
Kumquat seedling	Phytophthora blight, *P. citrophthora*	Seedling root and basal stem	Foliar spray, soil trench	Pot test, once per month	50-100
Kumquat	Fruit and leaf blight, *P. citrophthora*	Fruit and leaf	Foliar spray	3 times, every 7 days, pot test	80-95
Litchi	Downy blight, *Peronophthora litchii*	Fruit	Foliar spray	3 times, every 7 days	>90

乳化葵花油之開發與應用

經農試所與夏威夷大學合作下，將一般食用油經過乳化、稀釋的步驟製作成防治噴劑，並將該防治噴劑噴灑覆蓋在一般植物表面與病菌上(16)。試驗顯示，該種食用油噴劑會在植物體表面形成一種薄膜，能阻隔病原菌孢子發芽與菌絲生長，且有減少植物水分散失的功效，但它不會影響植物的呼吸作用及光合作用。實驗顯示，多種食用油均有降低病害發生與促進植株生長的效果，但有強弱之差別，目前顯示以葵花油之防治效果較佳（表二）。當葵花油使用濃度在 1000 倍時，可以降低番茄白粉病約 50%，使用稀釋倍數在 200-500 倍時可以降低病害至 10-20%（表三）。在田間實驗時，每週噴施一次時，對番茄、瓜類、枸杞等作物的白粉病均有良好的預防效果，此外，它對銹病、露菌病亦有相當的抑制功效，尤其在設施內行預防性防治使用時，效果最佳。因此食用油不但兼具病害防治與增強光合作用效能的雙重功效，且食用油的防治噴劑更屬於無毒無害、符合有機生產需求及環保概念、生產成本極低的一種實用發明者。目前該乳化技術亦已技術移轉廠商，且該乳化葵花油商標取名葵無露。

表二、不同植物油（0.1%）防治蕃茄白粉病之效果

Table 2. Effect of different edible vegetable oils on control of tomato powdery mildew

Treatment[1]	Diseased severity before treatment [2] (%)	Diseased severity after treatment [2] (%)	Plant height（cm）
Sunflower oil	2.2	10.2	36.0
Peanut oil	2.5	12.5	33.3
Corn embryo oil	4.0	11.2	29.6
Sesame oil	3.2	12.8	31.6
$NaHCO_3$	3.0	11.5	32.0
Tween 80	2.5	15.3	31.6
H_2O	3.5	15.2	27.6

1. Vegetable oils were emulsified with 0.01% tween 20.

2. Diseased areas were recorded 14 days after treatment..

表三、不同葵花油濃度對防治蕃茄白粉病之效果

Table 3. Effect of different concentration of sunflower oil on control of tomato powdery mildew

Item	Concentration（%）[1]						Water
	0	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	(ck)
Diseased areas (%)[2]	12.0	10.8	9.0	6.0	3.3	0.8	11.5
Plant height（cm）	30.5	30.5	29.0	29.5	32.5	30.5	27.0

1. Sunflower oils were emulsified with 0.01% tween 20.

2. Diseased areas were recorded 14 days after treatment.

重碳酸鹽防治葉部病害

重碳酸鹽(bicarbonates)為酸性碳酸鹽之別名，含有重碳酸根(HCO_3^-)之化合物。常見的重碳酸鹽類包括碳酸氫鈉($NaHCO_3$)或稱小蘇打、碳酸氫鉀($KHCO_3$)、碳酸氫銨(NH_4HCO_3)等三種。重碳酸鹽類之中，以小蘇打或稱碳酸氫鈉(baking soda, sodium bicarbonate)最先被用於作物病害防治上。應用小蘇打當作殺菌劑並非是一項新的發現，早在 1933 年出版，由 Hottes 氏所編著的書「A Little Book of Climbing Plants」中已提到用稀釋約 133 倍的小蘇打可有效防玫瑰白粉病。此項發現乃得自於蘇俄植物病理學家 A. de Yaczenski 的提供。1981 年，日本 Homma 等人利用碳酸氫鈉防治瓜白粉病；1982 年，Punja 和 Grogan 發現含銨、鉀、鈉和鋰的碳酸鹽和重碳酸鹽可殺滅白絹病菌，開啟了利用重碳酸鹽防治作物病害的新頁。隨後，在 1985 年八月份的有機農園「Organic Gardening」雜誌上，報導日本的研究人員以約稀釋 500 倍的小蘇打可有效防治瓜類、茄子和草莓白粉病。在 1990 年六月份的溫室管理者「Greenhouse Manager」雜誌上，摘錄了美國康乃爾大學 Horst 博士利用小蘇打防治玫瑰主要病害－白粉病及黑斑病的三年試驗報告，玫瑰每三至四天噴佈 200 倍小蘇打及具殺蟲效果的肥皂（作為界面活性劑，可使小蘇打易於粘附在葉表上，雖對病害無任何作用，但可以增進小蘇打的防病效果）的混合水溶液，可有效防治白粉病及黑斑病的發生。

重碳酸鹽以防治作物白粉病為主，作物包括辣椒、瓜類、葡萄、蘋果、玫瑰、日衛茅、迷迭香等。對於葉部病害如草莓灰黴病、青椒早疫病、洋香瓜葉枯病、瓜類葉斑病、玫瑰黑斑病、蘋果黑星病、菊花白銹病等均具療效。對於土壤傳播性病害如瓜類蔓枯病與胡蘿蔔、草皮和百合的白絹病等亦有不錯的抑病效果。另外，以重碳酸鹽水溶液浸泡採收後的辣椒、胡蘿蔔、馬鈴薯、柑桔、洋香瓜和可樂果，亦可有效抑制貯藏病害的發生。可見重碳酸鹽的抑病範圍相當廣泛。

重碳酸鹽類對人體無害，而且對環境的衝擊非常小，在作物有機栽培的體系中，成為病害防治不可或缺的一項利器。由於它具有明顯的抑菌功效，已被全世界有機農園廣泛地接受與應用，甚至已有多項商品化的產品問世。在使用重碳酸鹽之前，應先小量測試對標的作物是否有藥害產生。以筆者的經驗，瓜類植物較易產生藥害，尤其在烈日下噴施時，葉片容易產生灼傷狀的藥斑。在使用重碳酸鹽的過程之中，應考慮使用劑量的問題。一般而言，以稀釋 200 倍，每七天噴施一次，連續三次的效果最穩定，若能添加天然的展著劑、界面活性劑或礦物油，則防病效果更佳。

溫水處理抑制檬果炭疽病與山藥種薯線蟲

溫水處理抑制檬果炭疽病

利用高熱能處理防治病害，是利用植物組織對溫度的忍受度比病原微生物為高時的一種防治策略。生物組織存在許多蛋白質及酵素等對熱能較敏感的組成份，當溫度累積忍受能力達到極限後，就會造成蛋白質凝固及酵素不活化，使得細胞死亡，達到殺死生物之目的。當利用病原微生物可忍受的臨界溫度還高的熱能處理植物體時，即可殺滅病原，但不會降低植物的活性。高熱能處理技術包括溫水處理(hot water treatment) 技術、蒸熱處理(vapor heat treatment)、微波處理(microwave treatment)、紅外線處理(infrared radiation treatment) 及乾熱處理(hot dry air treatment) 等多種方式。目前以溫水處理及蒸熱處理較為普遍，其中蒸熱處理因為設施昂貴及

處理耗時，多使用於進口國檢疫要求做為病蟲害處理。溫水處理則因設備簡單及處理容易，因此廣為世界各國採用作為採後生鮮蔬果病蟲害殺滅及檢疫使用。Schirra 等人[24] 歸納溫水處理可以抑制病害的原因有(1).熱能促進傷口癒合，使病原菌無侵入機會。(2).熱能直接殺死病原或害蟲。(3).高溫刺激植物產生抗生物質，抑制病原菌或產生物理屏障阻隔病原入侵。(4).提高水溫可以增加化學藥劑效力，減少浸藥處理時添加的藥劑使用量。(5).高溫可以使採收後植物表面破裂的角質層之臘質融化並重新平舖於植物表面，將蔬果表面氣孔、皮孔與傷口蓋住，使病原難以侵入或減緩病徵出現。

芒果炭疽病、蒂腐病及果腐病多具有潛伏感染特性，當果實黃熟後才會顯現病徵，有些果園採收後果腐率高達 50-100%，若未經適當採後處理，儲架壽命及品質極為低落。實驗顯示，溫水處理可以有效降低發病，主要因為芒果炭疽病菌以附著器潛伏於果實表面，較易感受到熱能效果，利用 49℃以上溫水處理 5 分鐘後即能完全抑制培養於玻璃紙上的附著器再生長能力。而以臺農一號芒果果實進行溫水處理對炭疽病抑制效果之直接測試，發現以 53℃溫水處理 5 分鐘後取出降溫並催熟後七天，溫水處理明顯降低台農一號芒果果實採收後病害發生，同時不會造成芒果之熱傷害[27]。1998 年農試所鳳山分所林瑩達先生與廠商合作連續式溫湯處理機，使用 60 至 65℃高溫瞬間處理，利用輸送帶帶動單層果實經上沖下淋溫水，每小時處理量達 600 公斤。同時間農試所嘉義分所另與廠商配合設計小型溫水處理器，採用整籃芒果浸入溫水槽方式，並採用微電腦程序控制電子閥門及特殊水循環方式，可以達到快速回溫及均溫需求，使得高溫瞬間處理變為可行。2002 年起農試所嘉義分所與三群有限公司進行產學合作，發展出大型自動化溫水處理器並技轉三群公司製造供應大型集貨場處理大量芒果所需，每小時最大處理量可達 3-4 公噸以上並且將原有人力提舉果籃之動作改以機器自動進行，可以節省許多人力。溫水處理雖然可以有效降低採後果實炭疽病但仍需加強田間管理以降低感染，才可以讓溫水處理發揮最大效果，弭補田間稍許的疏忽，將能簡易及經濟地提昇外銷芒果良好品質，提高良質率及價格。不同的芒果品種對高溫忍受性都有些許不同，例如愛文、凱特、金煌等可以使用 60℃/20 秒處理，台農一號芒果較耐高溫，溫度可

提升至 62℃，但是柴羨芒果（土芒果）如果以 58℃/20 秒處理便容易出現熱傷害。因此不能冀望所有果實都能適應同一處理條件，必須在大量處理前遵守研究人員建議並以少量果實進行測試後方能進行後續處理動作。

溫水處理抑制山藥種薯線蟲

台灣栽培山藥多有由線蟲引起的連作障礙問題，尤其是在壤土地種植的山藥極易發生由根腐線蟲引起的乾腐病，塊莖表面會有許多深淺不一之裂痕、裂口會有木栓化情形、以手指輕壓會有海棉狀之感覺，其橫切面自表皮往內層會有黑褐色乾腐，乾腐之深度隨山藥品種之不同會有些微之差異，往往造成 2-3 成的損失[20]，該病害雖然可以利用化學藥劑、生物防治、輪作、淹水、抗病品種及添加 LT-M 等減少病害發生，但各有優缺點；嘉義分所利用 50℃-60℃溫水處理先將種薯塊內存活的線蟲殺死，再進行催芽、分芽及馴化而生產出不含活體線蟲的健康種苗供應田間栽植，配合田間穴管清潔與乾淨介質使用，完全不需使用殺線蟲劑，成功解決根腐線蟲之危害，同時降低生產成本，生產出無農藥殘留之優質山藥塊莖；本技術已技轉嘉義縣中埔鄉農會生產健康紅龍山藥種苗供農友使用。本方法可節省種薯塊莖用量、生長整齊並能控制田間栽培時間避開炭疽病好發季節，減少炭疽病防治之費用，同時維持正常產量，2007 年於中埔鄉之田間試驗結果，單株塊莖生產量，使用健康薯塊當種苗者平均為 3750 公克，病薯塊為 2350 公克，健康芽體苗則為 3435 公克。

排水防治茭白基腐病與蕹菜青枯病

排水防治茭白基腐病

南投埔里與魚池地區為我國茭白筍主產區，主要栽培品種為青殼種的突變系統，俗稱敢當種，然而自 1999 年起，南投地區茭白發生嚴重的基腐病（basal stem rot），由病原菌 *Pythiogeton zizaniae* 引起[3]。在南投地區，一般茭白筍於 11 月下旬育苗，12 月下旬移植於本田後，即以全程水田栽培(水

深 45-60 cm)，4-5 月及 8-9 月為 2 大產期，然而基腐病易於採筍後 5 月上旬開始發生，至 7-8 月最嚴重[13, 14]。農試所研究結果發現，於第一期筍結束後立即排水 21-45 天，可以顯著減少基腐病的危害。但若於 5 月中下旬排水，雖可減少病害的危害，但會影響第一期筍的產量，導致嚴重減產。再經實驗，發現如果提早一個月於 11 月下旬育苗，12 月下旬移植本田，再於夜間實施光照，避免「矮化障礙」的發生，則可提早一個月於四月採筍，並集中第一期筍的產期，如此於四月中旬採收完畢後立即排水，6 月初再入灌溉水，不但可以減少基腐病的發生，且不影響第一期筍的產量，達到病害防治及維持產量的雙重功效。

排水防治水蕹菜青枯病

自 1999 年起，台灣宿根栽培之水蕹菜發生嚴重之青枯病[12]。後經多年試驗，發現宿根栽培之水蕹菜採收後，放乾田水 14 天以上，再引入水栽培可大幅降低青枯病的危害[11]。栽培田排水乾燥的過程中，大部分感染青枯病菌以及生長勢差的水蕹菜枝葉陸續枯萎，排水後乾燥的時間越長則枯萎的株數越多，餘留外觀健康植株感染青枯病菌的比率低，再引入灌溉水後，由於蕹菜為生長快速的蔓生性旋花科作物，所存活的健株獲得較多的空間得以快速生長，達到避病的效果；實驗顯示，未排水處理田區外觀健康的之植株感染青枯病菌的比率為 38.5%，而排水乾燥 14 天處理的健康植株發病率 10.8%，而排水乾燥 28 天處理的植株發病率僅 2.2%。雖然引入灌溉水後則生長快速，若加上排水乾燥時間，一期栽培週期的天數由不排水處理之 25 天延長至 32～42 天 (排水期 14-28 天) (表四)。但由於罹病田土及灌溉水中有大量的青枯病菌，水田中的植株仍會受到感染，故植株生長至可採收時期後，發病率會持續增加，需儘快採收。

其他開發中的天然植物保護製劑

農試所謝廷芳博士利用複合中藥材開發「活力能」，對多種作物炭疽病有良好防治效果。農試所團隊利用天然植物油與精油開發多種不同功效的

製劑，包括「銹躲」－防治銹病、「驚炭號」－防治炭疽病、白粉病；「黴挫」－防治灰黴病；「黑修羅」－防治稻熱病等。

表四、排水對水蕹菜青枯病發病率、產量及採收天數之影響

Table 4. The effect of field draining on the bacterial wilt incidence and yield of water spinach in 2002

Draining treatment (days) [1]	Infected plants (%)[2]		Flooding time (days) before next harvest	Yield (ton/ha)[4]	Disease incidence (%)[4]	Whole cultivation period (days)[5]
	Withered [3]	Non-withered				
0	98	42	25	6.8 c	38.5 a	25
7	84	34	21	7.5 c	42.5 a	28
14	82	14	18	13.0 b	10.8 b	32
21	76	4	16	16.2 a	5.6 b	37
28	62	6	14	17.5 a	2.2 b	42

1. The draining periods of time.

2. Percentage of infected plants before the field re-irrigation.

3. Plants withered due to either bacterial infection or natural drying.

4. Means in the same column followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.05$ according to Duncan's multiple range tests.

5. Total cultivation periods from draining to plant harvest.

結　論

本文僅在簡單介紹數種農試所開發的非農藥防治新技術。然而，作物病害的種類甚多，可依據各種病原生態特性的差異，設計研發不同的非農藥防治手段。如果非農藥防治法使用得當時，不但可以減少化學農藥的使用，達成病害防治事半功倍之目的，且有良好節能減碳的效果。當感病的寄主植物、強致病性的病原菌、及適於發病環境等三方面均同時存在時，病害才可能大流行，釀成災情。如何開發非農藥防治技術，就寄主植物而

言，如何增強植物先天（育種與選種）或後天（誘導抗病）的抗病性，為吾人研發的目標。對標的病原菌而言，則應篩選抑病力強，但對自然環境無污染與對人類無毒性的天然素材。就環境因子而言，如何改變（或避開）適合發病的環境因子，包括溫度、濕度、光線、風、空氣、化學成分、土壤理化及生物性因子等，製造一個不利病害發生的環境，切斷寄主、病原、環境三者之三角關係或強度，遏止或減輕病害的發生。

現今台灣經常使用的非農藥防治策略，包括健康種苗、抗病育種、誘導性抗病、拮抗微生物、土壤添加物、非農藥殺菌物質、天然植物保護製劑、栽培管理（如施肥、輪作、網室栽培、套袋、地面覆蓋、排水）、物理防治法（如溫水處理、太陽能滅菌、土壤蒸汽消毒）等。在上述多種非農藥的防治措施中，不難看出都是由增強寄主植物抗病性、削弱病原菌的致病力和改變栽培環境等方面進行思維，進而研發出來的有效防病措施。我國目前仍有許多作物病害僅能仰賴化學合成農藥來防治，甚而眾多的病害無良好的防治方法，開發更多的非農藥防治技術與資材來取代農藥的使用，將為植病人員共同努力的目標。

引用文獻

1. Ann, P. J., 2001. Control of plant diseases with non-pesticide compound-phosphorous acid. Plant Pathol. Bull. 10:147-154. (in Chinese with English abstract).
2. Ann, P. J., Hsieh, T. F., Tsai, J. N., Wang, I. T., and Lin, C. Y. 2000. A simple method for use of phosphorous acid and the spectra for disease control. Plant Pathol. Bull. 9(4):179 (Abstract in Chinese).
3. Ann, P. J., Huang, J. H., Wang, I.T., and Ko, W. H.. 2006. *Pythiogeton zizaniae*, a new species causing basal stalk rot of water bamboo in Taiwan. Mycologia 98:116-120.
4. Chaluvaraju, G.., Basavaraju, P., Shetty, N.P., Deepak, S.A., Amruthesh, K.N., and Shetty, H.S. 2004. Effect of some phosphorous-based compounds

on control of pearl millet downy mildew disease. Crop Prot. 23:595-600.

5. Cohen, T., and Coffey, M. D. 1986. Systemic fungicides and the control of oomycetes. Annu. Rev. Phytopathol. 24:311-338.
6. Fenn, M.E., and Coffey, M.D. 1984. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of fosetyl-Al and phosphorous acid. Phytopathology 74:606-611.
7. Forster, H., Adaskaveg, J. E., Kim, D. H., and Stanghellini, M. E. 1998. Effect of phosphite on tomato and pepper plants and on susceptibility of pepper to Phytophthora root and crown rot in hydroponic culture. Plant Dis. 82:1165-1170.
8. Guest, D. I. 1984. Modification of defense responses in tobacco and capsicum following treatment with fosetyl-Al. Physiol. Plant Pathol. 25:125-134.
9. Guest, D. I., and Grant, B. R. 1991. The complex action of phosphonates in plants. Biol. Rev. 66:159-187.
10. Holderness, M. 1990. Efficacy of neutralized phosphonic acid (phosphorous acid) against *Phytophthora palmivora* pod rot and canker of cocoa. Aust. Plant Pathol. 19:130-131.
11. Hseu, S. H., Huang J. H., and Chiou, Y. S. 2007. Application of drainage on disease management of water spinach bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum.* Plant Pathol. Bull. 16:231-234. (in Chinese with English abstract).
12. Huang J. H., Hseu, S. H., and Lin, C. Y. 2001. The occurrence of bacterial wilt of water convolvulus caused by *Ralstonia solanacearum*. Plant Pathol. Bull. 16:231-234. (in Chinese with English abstract).
13. Huang, J. H., Ann P. J., and Ko, W. H. 2001. Study on ecology of basal stem rot of water bamboo. Plant Pathol. Bull.10:202-203. (abstract in Chinese)
14. Huang, J. H., Kuo, J. Z., Ann, P. J., and Tzeng, K. C. 2003. The ecology of

basal stem rot of water bamboo. Plant Pathol. Bull. 12:286. (abstract in Chinese)

15. Johnson, D.A.; Inglis, D.A.; Miller, J.S. 2004. Control of potato tuber rots caused by oomycetes with foliar applications of phosphorous acid. Plant dis. 88:1153-1159.
16. Ko, W. H., Wang, S. T., Hsieh, T. F., and Ann, P. J. 2003. Effect of sunflower oil on tomato powdery mildew caused by *Oidium neolycopersici*. J. Phytopathol. 151:144-148.
17. MacIntire, W. H., Winterberg, S. H., Hardin, L. J., Sterges, A. J., and Clements, L. B. 1950. Fertilizer evaluation of certain phosphorus, phosphorous, and phosphoric materials by means of pot cultures. Agron. J. 42:543-549.
18. Mckay, A. G., and Floyd, R. M. 1992. Phosphonic acid control downy mildew (*Peronospora parasitica*) in cauliflower curds. Aust. J. Exp. Agric. 32:127-129.
19. Nemestothy, G. N., and Guest, D. I. 1990. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammonia lyase activity and ethylene biosynthesis in fosetyl-Al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 37:207-219.
20. Ni, H. F., Hsu, S. L., and Yang, H. R. 2007. Evaluation of different method for inoculation of *Pratylenchus coffeae* on yam. J. Taiwan Agric. Res. 56:99-106. (in Chinese with English abstract).
21. Pegg, K. G., Whiley, A. W., Saranah, J. B., and Glass, R. J. 1985. Control of Phytophthora root rot of avocado with phosphorus acid. Aust. Plant Pathol. 14:25-29.
22. Saindrenan, P., Barchietto, T., Avelino, J., and Bompeix, G. 1988. Effects of phosphite on phytoalexin accumulation in leaves of cowpea infected with *Phytophthora cryptogea*. Physiol. Mol. Plant Pathol. 32:425-435.

23. Saindrenan, P. and Guest, D. V. 1995. Involvement of phytoalexins in the response of phosphonate-treated plants to infection by *Phytophthora* species. Pages 375-390 *in* Handbook of Phytoalexin Metabolism and Action. M. Daniel, and R. P. Purkayastha. eds. Marcel Dekker, INC. New York.
24. Schirra, M., D'hallewin, G., Ben-Yehoshua, S. and Fallik, E. , 2000. Host–pathogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biol. Tech. 21:71 – 85.
25. Smillie, R. Grant, B. R. and Guest, D. 1989. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. Phytopathology 79:921-926.
26. Wicks, T. J., Magarey, P. A., Waxhtel, M. F., and Frensham, A. B. 1991. Effect of postinfection application of phosphorous (phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopara viticola* on grapevine. Plant Dis. 75:40-43.
27. Yang, H. R., and Lin, Y. T. 1997. Effect of hot water treatment for controlling anthracnose of mango fruits of Tainung No.1 variety. Plant Prot. Bull. 39:241-249. (in Chinese with English abstract).
28. Ye, X. S., and Deverall, B. J. 1986. Effects of Aliette on *Bremia lactucae* on lettuce. Trans. Br. Mycol. Soc. 86:597-602.

Development and Application of New Non-chemical Measures for Plant Disease Control

Ann, P. J.[1,4], Hsieh, T. F.[2], Tsai, J. N.[1], Huang, J. H.[1] and Young, H. R.[3]

[1] Plant Pathology Division, Agricultural Research Institute, COA, Wufeng, Thaichung, Taiwan, R.O.C.

[2] Floriculture Research Center, Agricultural Research Institute, COA, Kukeng, Yunlin, Taiwan, R.O.C.

[3] Chia-yi Agricultural Experiment Station, Agricultural Research Institute, COA, Chia-yi, 600, Taiwan, R.O.C.

[4] Corresponding author, Email: pjann@wufeng.tari.gov.tw

ABSTRACT

Many new measures, other than application of synthetic pesticides, have been successfully developed for management of various major crop diseases in Taiwan in recent years. Here we introduce certain important measures developed by the researchers in the Taiwan Agricultural Research Institute and some of them have been transferred to the private companies for commercial production. These measures include that (1). the simple technique for application of phosphorous acid to control oomycetes diseases, (2). the emulsified sunflower oil for control of powdery mildew and other foliar diseases, (3). use of percarbonate salts to control crop foliar diseases, (4). appropriately draining-off field water to control water spinach bacterial wilt and water bamboo basal stem rot, and (5). use of hot water treatment to suppress the postharvest mango anthracnose and yam seed tuber nematodes.

Key words: Non-chemical control, Phosphorous acid, emulsified sunflower oil, percarbonate salts, irrigation, hot-water treatment.

台灣生物農藥之研發與產業化應用－問題與展望

曾德賜
台中市 國立中興大學植物病理學系
電子郵件：dstzeng@nchu.edu.tw

摘 要

發展生物農藥取代化學農藥供植物保護應用為1995年以來政府為強化國家在全球生物技術產業發展領域國際競爭力所推動的重點科技建設之一，過去這十餘年來在政府政策性激勵下，各相關大學與科研單位在有關生物資源開發、病蟲害防治成效評估、發酵量產技術建立、配方製劑與應用效果改進、以及田間試驗實際應用效果與經濟效益評估等，所投入的人力、物力極為可觀，其在包括微生物殺蟲劑與微生物殺菌劑量產與應用研究發展上，既有的產出結果也極為豐碩，然而在進一步相關技術的產業界承接與商品化應用方面，成效彰顯相當有限，本報告將以枯草桿菌 *Bacillus subtilis* WG6-14 菌株與鏈黴菌 *Streptomyces griseobrueneaus* S3 菌株所經歷微生物殺菌劑發展與技轉產業界商品化應用為例，討論相關過程中所遭遇的問題，並對在改進目前技轉機制與登記應用上有待努力的工作，拋磚引玉提出個人之看法，期盼其可進而經由討論匯集各方專業的共識，以裨益國內生物農藥產業之發展。

關鍵詞： 生物農藥、枯草桿菌、鏈黴菌、技術移轉、登記

緒 言

二次大戰後石化工業的蓬勃發展，帶動了上個世紀全世界物質文明的飛快進步，其所伴隨衍生諸如能源耗絕、地球暖化、環境污染、生態劣變等問題，卻也讓當下步入新世紀的全人類面臨前所未有的危機。石化工業

帶動下蓬勃發展的傳統化學農藥產業，其確保了農業生產上農作物免於遭受病蟲雜草等危害的威脅，其殘留污染對生態環境所造成之嚴重衝擊以及人類健康之潛在威脅，也使得植物保護工作從業人員在追求農藥應用的合理化之餘，更亟思安全有效可以替代傳統化學農藥的解決方案[24]。生物農藥係指可作為植物保護應用之天然物質如動物、植物、微生物及其所衍生之產品，按產品性質美國環境保護署(EPA)大體大體將其分為生化製劑(Biochemical)、微生物製劑(Microbial Pesticides)及併入植物體之保護劑(Plant Incorporated Protectants)等三類。由於法乎自然，不會有殘毒污染及破壞大自然生態系統之虞慮，生物農藥之發展應用近20年來在歐、美、日本等各先進國家蔚為潮流，為植物保護相關生物科技極為熱門的研究課題[7, 15]。

近年來被譽為二次工業革命的生物科技產業發展，台灣為整個世界舞台上相當耀眼的一員，其中有關生物農藥生技產業之研究發展自亦不例外，有鑑於生物農藥在農業與自然生態永續發展之重要性，在民國84年行政院所擬訂的『加強生物技術產業推動方案』中即選定生物性農藥為國家既定五大重點發展生技項目之一，由於位處亞熱帶四季溫暖的地緣關係，加之以南北縱走青翠高聳的山林環境所孕育的高度岐異物種進化，台灣可供生物性農藥研究資源相當豐富；在經濟部、國科會、農委會等所推動產業與科技計畫資助，以及相關政策激勵下，包括生技中心及全國各大專院校與農業試驗研究單位相繼形成團隊，投入有關的研究開發工作，各種已知生物農藥中，尤以微生物農藥方面之投入最多，既有的研發成果亦相當卓著，包括病害防治應用之枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)、鏈黴菌(*Streptomyces* spp.)、螢光假單胞菌(*Pseudomonas* spp.)、木黴菌(*Trichoderma* spp.)等微生物殺菌劑，以及蘇力菌(*Bacillus thuringiensis*)、黑殭菌(*Metarhizium anisopliae*)、白殭菌(*Beauveria bassiana*)、綠殭菌(*Nomuraea rileyi*)、蠟蚧輪枝孢菌(*Verticillium lecanii*)、核多角體病毒(Baculovirus)、蟲生線蟲(*Steinonema* spp.)等多種微生物殺蟲劑，相關的本土生物資源開發及發酵量產與配方製劑技術建立，成果極為豐碩，技術也臻於成熟[6, 8, 16, 19, 20, 21]。其中部分微生物發酵量產與製劑技術，已陸續技轉業者；由生技中心技轉

產業界商品化應用之枯草桿菌殺菌劑更已獲台灣、日本、韓國、越南、土耳其等多國核准登記作為病害防治用微生物製劑。國內產業界在生物性農藥研發應用方面的投入，主要為一些擁有特定相關技術而新成立的生技公司，由傳統化學農藥公司轉型投入者仍屬少數，儘管隨著有機栽培業對生物農藥之需求增加，投入生物性農藥研發製造之生技公司考量申請農藥設廠登記者亦逐年增加，傳統化學農藥公司投入研發及投資量產生物農藥之意願一直不高。

本研究室於 1995 年開始投入生物農藥研發與應用相關研究工作，在農委會「生物性農藥關鍵生物技術開發」及國科會「農業生物技術國家型計畫」的資助下，主要研發重點在枯草桿菌、鏈黴菌與木黴菌等廣效性病害防治用活體微生物製劑之開發，部分研究成果已先後於相關的期刊及研討會中報導，特定研發成果也已先後經由農委會、國科會等核准技術授權移轉給產業界商品化應用[22]，惜者由於產業發展大環境未盡成熟，產品之登記應用仍在努力中。回顧這十餘年來由菌株分離篩選、Pilot Plant 先導型試量產設備之建置運轉、量產技術建立、溫室與田間應用性測試、一直到技術授權後與產業界之互動關係，本文僅就這一路走來所經歷活體微生物殺菌劑發展與技轉產業界商品化應用過程中所遭遇的問題，針對攸關商品化應用成敗的技轉機制之補強以及登記應用上有待努力的工作，拋磚引玉提出個人看法，除供國內共同為生物農藥研發與應用盡心盡力之同行參考，並盼其可進而經由討論匯集各方專業的共識，以裨益國內生物農藥產業之發展。

既有技術發展概況

有關枯草桿菌、鏈黴菌微生物農藥的研發應用，本研究室主要的工作成果在於有應用潛力本土微生物資源的分離篩選，以及孢子活體製劑量產技術的建立，利用750L Pilot級傳統的攪拌式液體發酵槽設備，既有技術所產出液體培養產品均已證實儲存安定性與病害防治應用效果可達產業化應用水準。其中在枯草桿菌活體製劑開發方面，以經由抗生活性、內生孢子

產生特性及植物生長促進性等多重篩選下選出之本土菌株WG6-14為例，其內生孢子活體產量可達每毫升10^{10} 以上，所產製菌體可於6℃下存活達1年以上。此一技術平台已經於不同枯草桿菌菌株測試，證實均可達同等效果，所產製內生孢子製劑可應用範圍涵蓋植物保護、微生物肥料製作、動物飼料添加、環境復育、及水產養殖等多方面。在植物保護方面，產出之內生孢子液體製劑可直接提供葉部噴灑、土壤澆灌、種子浸漬或被覆等應用，也可進一步在室溫下噴霧乾燥調製成粉、粒劑，所製備製劑已證實對水稻白葉枯病病菌、芒果黑斑病菌與柑橘潰瘍病菌等之感染均有明顯的防治效果[4, 5, 9, 13, 14, 23]，且在施用後對植物根部、地上部生長發育及抗病性均有明

表一、 每日澆灌經50倍稀釋之枯草桿菌WG6-14 FNF對育苗場既有*Sclerotium rolfsii*苗立枯病感染部位擴大蔓延之影響。試驗中以水澆灌處理作為對照(CK)，表中數字顯示處理前(BT)及處理一週後(AT)各供試育苗箱罹病面積所佔比率、處理後罹病面積增加比率(% increase)以及菌核形成數量。

Table 1. Effect of a daily drenching application of *Bacillus subtilis* WG6-14 FNF at 50X dilution on *Sclerotium rolfsii* seedling blight progression in seedling boxes. The compared controls (CK) were treated with water. Data shown were percent diseased area observed before (BT), and one week after (AT) treatment and the % increases after treatment. Also shown was the total numbers of sclerotia produced in each box after the applied treatment.

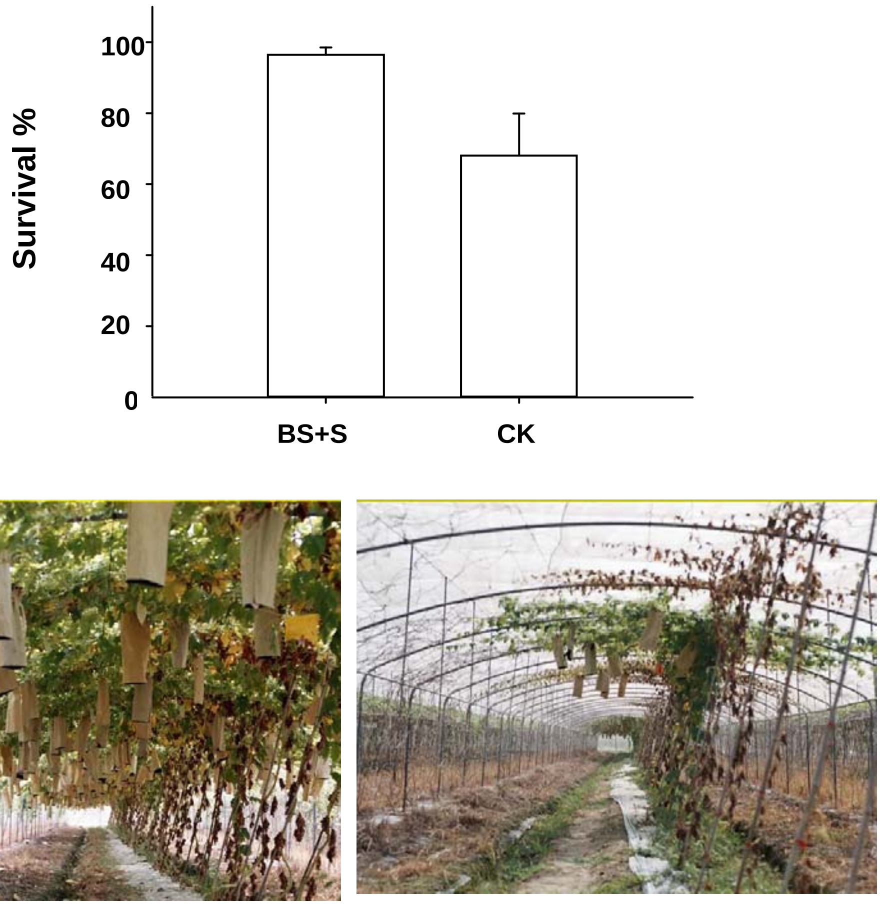
Treatments	Disease area (%)			Sclerotia	
	BT	AT	Increase [e]	Number	Viable (%)
CK-1	3.17	11.34	8.16	12972	100.0
CK-2	5.54	9.76	4.22	3260	96.4
CK-3	0.00	2.38	2.38	972	94.5
Mean			4.92	5735	96.9
FNF-1	1.20	2.08	0.88	533	94.4
FNF-2	1.52	3.20	1.68	1190	98.2
FNF-3	11.70	11.78	0.08	3148	100.0
Mean			0.88	1624	97.5

顯促進功效，已證實具生長促進作用之作物包括甘藍、山藥、蕃茄、馬鈴薯、甜椒、茭白筍、茶樹、多種蘭科作物、柑橘及甜柿等。另外利用WG6-14生物製劑已進一步研製成功可提供栽培業者DIY自助式的簡易開放式擴大培養發酵系統，其可增量由發酵槽產出之內生孢子製劑達30倍以上，增量培養產出功能性營養發酵液的應用，不僅使此一生物製劑產品之使用成本大為降低，其中更富含多種對植物生長與抗病性表現均具立即而明顯增益作用之有機養分，倍增其於使用業者之接受性。前示表一為利用發酵培養產出之內生孢子製劑於育苗場經由澆灌處理所獲致對水稻幼苗立枯病菌 *Sclerotium rolfsii*於感染部位擴大蔓延之防治效果(14)。

至於在鏈黴菌生物防治製劑開發上，研究團隊所建立具生物殺菌劑應用潛力鏈黴菌多重快速篩選法與孢子活體製劑量產技術平台，有關智財權已由中興大學提送中華民國及美國專利申請審查中。利用所建立技術，研究團隊已由田間採集根圈土壤樣品中選擇性分離篩選獲得近300個本土性、拮抗性優異之鏈黴菌菌株，繼而利用所建立液體發酵量產先導型工廠5-750L 級量產設備，經由對營養需求與量產流程培養參數之不斷測試改進，產能方面已可達到每毫升10^{10} CFU以上，內容物主要為耐儲性孢子，經於6℃冷藏保存八個月後，存活菌量仍達10^{8}-10^{9} cfu /ml以上(12)。在實際應用上，所產出樣品經以一般化學藥劑同樣噴洒、澆灌、或種子浸泡等方式施用，由系列溫室與田間試驗評估，已證實對包括疫病菌 *Phytophthora* spp.、腐霉病菌 *Pythium aphanidermatum*、立枯絲核菌 *Rhizoctonia solani* AG4、鐮孢病菌 *Fusarium oxysporum*、以及炭疽病菌 *Colletotrichum gloeosporioides*等之感染均可有比美化學藥劑防治之效果(2, 12, 21)。下示圖一、圖二分別為利用所產出鏈黴菌發酵培養液於田間澆灌處理對柑橘裾腐病及苦瓜連作障礙之防治效果(2)，

圖一、SGS3醱酵製劑於嘉義大林地區田間對柑橘裾腐病之防治效果，左圖為經澆灌處理之植株恢復生長之情形，右圖則為未處理之對照植株。

Fig. 1. Control of foot rot infection of field grown sweet orange at Da-Lin Chia-Yu by soil drenching with the 100X diluted *Streptomyces griseobruenneous* S3 broth culture. The photo on the left shows the revived growth after treatment comparing to that of the none treated control plant showing on the eight.



圖二、SGS3醱酵製劑於屏東萬丹地區田間對苦瓜連作障礙之防治效果，上圖示為著果後田間植株存活率調查結果處理組(BS+S)與對照組(CK)比較；下左圖為經澆灌處理之植株旺盛生長之情形，下右圖則為未處理之對照植株。

Fig. 2. Control of decline of field grown bitter guard under continuous cropping at Wan-Dan Ping-Dong by soil drenching of *Streptomyces griseobruenneous* S3 broth culture. The photo on the lower left shows the sustained growth vigor of tested plants after treatment comparing to that of the none treated control plants showing on the eight.

上述兩發展成功生物製劑，WG6-14之應用性已經由中興大學技術授權業界商品化應用，目前登記於水稻病害防治申請案仍在評審過程。

技轉應用的相關問題

1. 技轉菌株之保存與既有特性之維護：供生物製劑發展應用菌株係經由系列選擇性的篩選評估測試所獲得，技轉後產品的開發能否達到預期之效果，菌株的妥善保存相當重要，在技轉階段研發單位通常會將技轉菌株寄存合適的具有公信力的單位作永久保存，在移交業界後，菌株的智財權歸屬在授權範圍即為業界所擁有，由於是活體，在取得授權菌株後，菌株原有特性經常性的維護是必要的，進一步的改進研發更是常見，此部分在業界最好能有對技轉菌株有相當瞭解的專業人員接手，此類專業人才的培訓是國內業界相形較弱的一環。
2. 發酵量產相關技術人力的教育訓練與維持：取得授權菌株後如何量產出預期的產品相當重要，在發酵量產技術技轉方面，由研發單位所建立之技術流程，業界承接後相關技術人力的教育培訓是首務，如能由研發單位提供已具備該一專業技術之人力當然最為理想，發酵量產流程相當專業，包括菌種接種原的製備、培養基的調製、發酵過程各種設定參數的調控、可能發生狀況之預防排除、產品的配方製劑、以及儲放過程的品管監控等；技術能力是累積的，因而人員的安定維持也相當重要。生物農藥在產品推出應用前必須經過產品登記這一關，在生物農藥產品登記相關管理單位，包括產品的理化、生物特性、應用效果，以及毒理評估測試結果的審核是最基本的，為確保所推出產品與送請登記審查產品的同質性，在技術人力培訓養成過程，學界與業界技術的磨合需要時間，產學合作計畫人力物力資源的提供在此一過程相當必要，目前既有產學合作計畫隨年度計畫而行的研提機制並未將此列入考量，在技轉審核過程，此一需求很值得計畫資助單位重視。
3. 擬產出產品有效成分之定位：產出產品有效成分為生物農藥產品病蟲害防治功效發揮的關鍵，以技轉中枯草桿菌與鏈黴菌兩微生物殺菌劑為例，其主要有效成分為培養液中所含每毫升10^{10}以上的內生孢子(枯草桿菌)與分生孢子(鏈黴菌)，而其功效的發揮則均為多重作用機制所導致之結果；其中前者已知包括：根系發育的促進、地上部生長發育的促進作

用、植物抗病性體質的增益效果、對廣範圍病原菌的抗生性與競生性、土壤中植物殘體等有機物分解的加速、土壤質地與肥力的改善增益效應、土壤微生物生態相的活潑化、重要有機營養源的提供以及揮發性代謝物對種子發芽的促進等；而後者則已知包括生長之促進與生長勢之強化、抗生物質與水解酵素對病原真菌之協力抑制效果、對病原真菌之超寄生性、超寄生性導致細胞膜之電解質滲漏作用、及系統性抗病性誘導等所發揮之效果。此些作用機制一則與傳統化學藥劑以毒殺作用為主有別，且由於是多重機制之協力效果，其亦較不致於導致病原抗性之產生，確為確保農業永續發展（Agricultural sustainability）上值得推薦之植物保護生物科技應用， 其相關應用性之發展因而在國際大廠近年來相當受到重視[10, 11]。此種多重作用機制的發揮為包括菌體本身及發酵培養液中所含整體代謝物之綜合功效，就活體生物農藥登記上需標示之主成分而言應為活菌體本身之濃度，唯培養液中所含代謝物的功效確也不容忽略。然無可諱言的是培養液中所含代謝物相當龐雜，值此國內生物農藥產業發展剛在起步之際，短時間內要求將此些理論基礎逐一釐清確實不易也不切實際，相關問題或可供國科會偏理論性探討科技計畫研提之參考。

4. 毒理試驗資料：毒理試驗資料為擬商品化產品登記所必須，活體微生物製劑由於生物細胞之全能性(totipotency)特質，其相關產品開發產製過程的調整，承接產業界可以有相當大的揮灑空間，而隨產製過程的調整，產出成品所含代謝物的背景即可能有相當大的改變，毒理資料因而也需重行評估，基於此，一般微生物製劑開發有關研究室在技術開發過程均為將毒理試驗資料納入考量。現行農藥管理法中有關微生物農藥之毒理試驗資料要件，已簡化本土性微生物產品之有關規定，僅需提供口服急毒性/致病性或肺急毒性/致病性資料其中之一。為簡化生物農藥許可登記，我國在法規修訂方面的努力相當值得肯定，毒理試驗是為產品安全性把關相當專業的工作，必須委由經國家認證之實驗室進行評估，國內目前微生物製劑技轉後作為農藥登記應用者，農委會農業藥物毒物試驗所為唯一接受業者委託單位，由於相關評估工作需時較長，且需增加成

本支出，此對習於由所代理國際大廠取得現成農藥毒理資料的國內業界而言，還需調適。另外為拓展未來生物農藥之外銷，毒理檢測實驗室之國際認證相當重要，國內與生技產業發展有關毒理檢測工作目前僅生技中心取得中華民國國家實驗室（CNLA）及美國實驗動物福利（AAALAC）完全認證，農藥所如亦能取得同樣的實驗室認證，對農藥業者取得符合GLP之微生物農藥毒理檢測報告及開拓國際市場應甚有助益。

5. 智財權保護：可以商品化應用之菌種在技轉後即成為業者之重要資產，其智財權維護之重要性不可言喻，技轉時菌株交由具公信力的機構寄存以及菌種用途的專利申請對技轉單位與承接業者均是一種保障，上述所提已技轉國內業界之WG6-14菌株，在技轉階段即一方面分送交國內食工所菌種保存中心BCRC及美國農部NRRL菌種保存中心永久保存，另方面其應用性亦分別向中央標準局及美國專利局提出專利申請。有關專利菌株智財權的保護，專一性核酸片段的應用為一趨勢，菌株專一性核酸片段對於微生物製劑產製菌種的品管查驗亦為不可多得之利器。唯就為生物製劑的研發應用而言，不論是真菌或細菌菌株，在其分類學名的鑑定上，菌株型態、生理、生化、拮抗族譜等生物特性的瞭解，以及16S rDNA序列的解析均已為例行工作，在技轉時於技轉資料中提供此些資料一般不成問題，然菌株專一性的核酸序列則通常仍有待進一步瞭解設計，此部分工作由於需高科技人力成本的投入，國內業界目前的產業體質在此方面仍有相當的差距待調整，在技轉後如可有產學合作配合投入菌株鑑別分子探針的發展，對技轉後產品的上市與競爭力的維護均甚有裨益。

產品登記與商品化應用有關問題

1. 產品規格：與一般傳統農藥一樣，微生物農藥產品也可以有原體、成品、不同劑型、不同用途等規格上的變化，然由於是活體產品，其不同規格產品之調製方法與應用性等與化學農藥明顯有別，相關管理辦法也不宜

一體適用。例如上述枯草桿菌與鏈黴菌兩微生物殺菌劑發酵培養液，本身即可以做為成品直接供農友應用，唯其也可以供農友作為進一步擴大培養之接種原，因而可視為原體，不過此種原體之可擴大性相當獨特，其與傳統農藥明顯不同。目前國內對於細菌、真菌類活體生物製劑規格要求已相當具有彈性，可以菌落形成單位(Colony Forming Unit，CFU)、重量百分比(%)、或其他能適當表示其生物活性之單位。唯其他包括產品理化安定性品管、不同劑型之用途差異、新劑型與用途之管理辦法等，相關規定宜以個案方式加以合理規範。

2. 量產流程與品管：微生物發酵量產產製過程為產業界最不願意被提到的商業機密，然產製過程之操作與產品之特性攸關密切，亦為品管驗證所必須瞭解，由於量產的是活體細胞，任何培養過程參數的改變，均可能對於培養物的代謝物組成發生明顯的改變，在許多已知抗生素之微生物發酵量產上，特定碳、氮素源的饋料添加對抗生素產出濃度的影響，為相關產業發展上常見被討論的話題。有關微生物活體製劑之登記，於生物農藥發展執世界牛耳的美國，在產品登記應用上也特別強調提出登記廠商必須確定上市產品與送毒理檢驗登記樣品之一致性identical，因而在產品登記時必須描述重要產製流程--包括產製過程摘要、配方說明及不純物產生之分析說明等，國內對於生物製劑的登記也有類似規定，唯此些對廠商而言常被視為極機密的資料，在申請登記過程管理上如何規範，相關機制有待建立共識。
3. 產品可能污染物的存在：發酵產製過程中許多的操作是於開放性的空間下進行，在過程中許多人為的操作難免有疏忽或能力未及之處，因而包括生物性與非生物性的污染時見發生，此些情況下所可能產生一些非刻意添加的污染物Unintentional impurities，其潛在風險相當值得管理單位的關心，由於污染物的種類、性質、含量等與量產操作過程有關，業界在承接技術後初期的試量產過程，污染狀況一般較多，可能發生的污染物必須加以鑑別、風險評估、並於產品中標示，國內農藥管理法規中對於微生物污染防範相關辦法亟待建立。
4. 供擴大培養之菌種、設備、流程及產出物之品管測試：拮抗微生物活體

製劑應用效果之發揮，拮抗菌施用後能否在作用部位維持足以與病原抗衡的濃度攸關重要。換言之，拮抗菌族群壓倒性優勢的維持(inundative strategy)極為關鍵。傳統微生物活體製劑的應用，由於儲存安定性的問題，低溫保存為最常見之作法，而低溫狀態保存之拮抗菌在田間施用時，其恢復活性所需之時間則為影響成敗之重要因子。為開發螢光假單孢菌在病害生物防治上之應用性，美國已有業者成功開發可由使用者自行操作，用以增量所應用拮抗微生物的自動發酵系統(BioJect Automatic Fermentation System, Eco Soil System Inc.)，並經EPA核准配合*Pseudomonas aureofaciens*的活體製劑，推薦於草皮等作物上多種真菌性病害之防治。Steddom氏等[17, 18]甫近報導指出，在柑橘園，利用此一自動發酵系統，配合田間自動滴灌設施之傳輸，在病害發生適當時機每週一次重複多次的施用*Pseudomonas putida*，可使所施用拮抗菌於田間土壤中逐漸建立並維持較長時間優勢族群，也因而對於柑橘栽培上危害至為嚴重且化學藥劑防治困難之裾腐病，可有顯著的防治成效。本研究室所發展之枯草桿菌內生孢子活體製劑，為期能進一步降低使用成本，強化應用效益，並使技術能落實到與現行有機栽培管理體系結合，已發展一可利用產出液體製劑作為接種原，提供使用業者自行操作進一步增量之開放式培養技術，其利用自行組裝(DIY)的簡易塑膠桶配合可定時攪拌裝置，以特定有機基質與農產廢棄物所調製之培養基配方，以WG 6-14所建立流程在一至兩週間達菌量增量10至100倍之效果。所產出樣品，已於溫室與田間試驗證實對植株生長勢的促進效果極為優越。類似的提供生產業者自助式擴大培養應用的作法，於其他生物農藥包括蘇力菌、螢光假單孢菌、木黴菌、黑殭菌、白殭菌等，相關套裝技藝的開發預期將逐一出現[3]，為確保產出物的品質，包括供擴大培養用之菌種、設備、流程、及品管測試等之管理規範，既有的法規中尚未涵蓋。

5. 影響產業界產品發展的法規限制：許多既有活體微生物製劑，除了作為生物農藥應用外，更可供環境衛生、畜產與水產養殖、酵素工業甚至保健食品方面之用途等產業發展應用，於歐美等先進國家，生產微生物製劑的生技公司，同一發酵設施除供微生物農藥量產之用，更可作為生產

其他微生物發酵產品之用；我國目前仍將生產生物製劑之工廠定位為生物農藥廠，也因而即限制了其有關產品線之發展，此種不合時宜的生物農藥設廠規定很值得再檢討，以目前設廠法規，廠商投入耗費不訾的發酵設施，只限於生物農藥生產一途，無異是綑綁其手腳還要其在國際上衝鋒陷陣，此種嚴重妨礙生技產業及經濟發展之法規急需儘早檢討修訂。此外由於生物農藥工廠登記是涵蓋在化學農藥工廠標準之規範下，農藥工廠設廠採用的標準較高，土地使用受到相當的限制，而生物農藥之性質和化學農藥的性質不同，應該可以獨立於化學農藥設廠標準之外，設立的門檻亦應降低。

6. 生物農藥研發應用管理專責單位之建置：生物農藥應用的落實，為減少化學農藥使用，建立台灣無毒農業環境、確保農業永續經營的首要之務，我國推動生物性農藥開發相關研究已有多年，各學術與研究單位所執行計畫無論在技術產出或者人才培育均著有成果，然產業化應用之落實迄今仍成效有限，考其原因，生物農藥研發應用管理有關專責單位之缺如，很值得檢討深思，我國的生物農藥研發與應用，相關管理工作目前仍於農藥管理法架構下行之，由於生物農藥尤其是活體的應用，其與傳統化學農藥的本質相去甚遠，其相關管理規範架構的研擬確實需要決然不同思維模式的投入。為推動生物農藥之產業發展，美國EPA在1996年成立Biopesticide & Pollution Prevention Division (BPPD) 專責於生物農藥登記之作法值得參考；在其努力下截至2005年底其已約有1074種生物性農藥產品完成登記上市，此一輝煌成果也讓美國大幅超前領先，穩居世界生物農藥研發應用之龍頭地位。「他山之石、可以攻錯」，有鑑於我國生物農藥產業發展過去十餘年來一直成效無法彰顯，如能在我國主管農藥業務的動植物防疫檢疫局下成立推動生物性農藥產業發展與產品登記污染防範之專業專責單位，對於業務的推動應甚有助益。

產業發展現況與前景

進入新世紀以來，全球經濟一直處在不景氣狀態，加以先進國家基於生態安全、環境保護理念之抬頭，對於化學農藥之使用管理，政策上愈來愈趨嚴苛，加上抗蟲BT轉基因作物的廣為推廣應用，全球農藥市場一直呈微幅衰退趨勢，2001-2006年間，全球農藥產值大抵在260-270億美元間盤旋；唯此一情況在2007年油價高漲能源危機轉趨於嚴峻，生質能源需求大增的刺激下，全球農藥產值大幅提高，今年的全球農藥市場值應仍維持在高檔，未來幾年的變化則有待觀察。儘管化學農藥市場的大幅震盪，全球生物農藥市場則一直維持穩定成長，按台經院統計資料，全球生物農藥市場於2005年已成長到6.7億美元，在有機栽培越來越受青睞，病蟲害綜合防治(IPM)概念愈來愈普及於應用的趨勢下，生物農藥市場規模的繼續穩定成長顯可預期，以美國為例，2005年即已有271種有效成分、約1074種生物性農藥產品登記上市。相較於國際市場上化學農藥市場的走跌與陡升，台灣最近五年的化學農藥市場與國際趨勢變化差不多[1]，如下表一所示，農藥總銷售額於2003-2006年間一直保持在46億到55億間略呈下滑趨勢，2007年後則價量齊揚,唯其波動幅度較之國際市場均明顯較小,原本在加入WTO之後，一般預期國內農藥的銷售總額會有明顯衰退，不過由過去五年之銷售額看來，事實上衰退幅度不大，且拜能源危機與生質能源需求快速竄升之賜，未來幾年之農藥市場發展，尤其是外銷方面應大有可為。國內生物農藥市場，長久以來一直是進口的蘇力菌為主，其他近年來雖有本土的枯草桿菌及害蟲誘引劑性費落蒙等產品推出，其總市場值不大，由於未來幾年國際農藥市場發展普遍被看好，且無毒農業政策帶動下有機栽培之蔚為流行，此些利基的存在，對國內許多研發應用上技術已臻成熟、只缺臨門一腳即可推出的生物農藥產品，應是產業界相當值得掌握拓展國際市場的契機。

表二、2003-2007年台灣農藥銷售量(公噸)/銷售額(百萬台幣)
Table 2. Quantity and value of agricultural chemicals uses in Taiwan (Ton/Million NTD)

	2003	2004	2005	2006	2007
總銷售量/額	10143/5511	9703/4891	9228/4694	9014/4784	9492/ 5324
殺蟲劑	3506/2399	3297/2036	3177/1890	2948/1875	3029/ 1968
殺菌劑	2347/1425	2333/1261	2254/1217	1982/1278	2306/ 1523
除草劑	4030/1403	3870/1347	3564/1321	3859/1370	3905/ 1540
其他	260/284	203/247	233/267	225/261	252/ 294

(資料來源：行政院農委會 中華民國九十六年 農業統計年報)

謝　辭

本報告所引述生物農藥研究開發工作，承農委會、國科會及動植物防疫檢疫局歷年科技計畫的資助，僅此表示由衷的謝意。

引用文獻

1. 農業統計年報 2008. 行政院農委會編印 340pp.
2. 曾德賜、邱安隆 2008 開發鏈黴菌生物製劑防治土壤傳播性病害。動植物檢疫防疫季刊 17：69-70。
3. 劉惟明、王寶榮、黃志成、黃翔偉 2008. 農家簡易生產蘇力菌之方法。農業世界雜誌 304: 56-60。
4. Chiang T. W. 2006. Biological control of bacterial black spot on mango by application of *Bacillus subtilis* WG6-14 - potential application and mode of action. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 79 pp. (in Chinese)
5. Chiu, Y. S. 2004. Control of citrus bacterial canker by antagonistic *Bacillus subtilis* WG6-14. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 92 pp. (in Chinese)
6. Chu, S. C. 2004. Biological characteristics of *Gliocladium virens* WJGV2、TLGV22 and the mass production of chlamydospore formulation

for disease control. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 93 pp. (in Chinese)

7. Cook, R. J. 1993. Making greater use of introduced microorganisms for biological control of plant pathogens. Annu. Rev. Phytopathol.

8. .Hsieh, S. P. Y., and Huang, R. Z. 2001. Liquid fermentation for chlamydospore mass product of *Gliocladium virens* and *Trichoderma* spp. and its applications, pp. 57-70 *In*: D.D. S. Tzeng and J. W. Huang [eds.], Proceeding of International Symposium on Biological Control of Plant Diseases for the New Century-Mode of Action and Application Technology. Nov. 12-13, 2001. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan ROC.

9. Huang, C. W. 2008. Potato scab caused by *Streptomyces scabies* in Taiwan – biological characteristics of the pathogen and an attempted biocontrol by antagonistic Bacilli. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 91pp. (in Chinese).

10. Junge, H., Krebs, B., and Kilian, M. 2000. Strain selection, production, and formulation of the biological plant vitality enhancing agent FZB24® *Bacillus subtilis*. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 53: 94-104.

11. Kilian,A., Steiner, U., Klebs, B., Junge, H., Schmiedeknecht, G., and Hain, R. 2000. FZB24® *Bacillus subtilis*-mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 53: 72-93.

12. Lai, W. R. 2003. Development of *Streptomyces griseobrunneus* S3 as a bioagent for the control of plant fungal diseases. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 114 pp.

13. Li, Y. H. 2002. Antagonistic *Bacillus* spp.-isolation, culture and antagonisity improvement, and the application in disease control. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 79 pp (in Chinese).

14. Lin, H. C., Huang, W.-D. Yang, S. S. and Tzeng, D. D. S. 2008. Growth promotion and reduced *Sclerotium rolfsii* seedling blight of rice by *Bacillus subtilis* WG6-14. Plant Pathol. Bull. 17: 53-64.

15. Lisansky, S. G., Quinlan, R. J., and Coombs, J. 1995. Biopesticides: Markets, Technology, Registration, & IPR Companies. 4th ed. Vol.1. CPL Scientific Information Services. UK, 308pp.

16. .Lo, C. T. 2001. Development and application of *Trichoderma* spp. for plant disease control in Taiwan, pp. 85-96 *In*: D.D. S. Tzeng and J. W. Huang [eds.], Proceeding of International Symposium on Biological Control of Plant Diseases for the New Century-Mode of Action and Application Technology. Nov. 12-13, 2001. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan ROC.

17. Steddom, K., Baker, O. and Menge, J. A. 2002. Repetitive applications of the biocontrol agent *Pseudomonas putida* 06909-rif/nal and effects on populations of *Phytophthora parasitica* in citrus orchards. Phytopathology 92: 850-856.

18. Steddom, K., Menge, J. A., Crowley, D. and Borneman, J. 2002. Effect of repetitive applications of the biocontrol bacterium *Pseudomonas putida* 06909-rif/nal on citrus soil microbial communities. Phytopathology 92: 857-862.

19. Tsai, C. C., Tzeng, D. D. S., and Hsieh, S. P. Y. 2008. Biological control of Fusarium stem rot of *Anoectochilus formosanus* Hayata by *Trichoderma asperellum*. Plant Pathol. Bull. 17:243-254.

20. Tsai, Y. L., Chen, M. J., Hsu, S. T., Tzeng, D. D. S. and Tzeng, K. C. 2004. Control potential of Foliar *Pseudomonas putida* YLFP14 against bacterial spot of sweet pepper. Plant Pathol. Bull. 13:191-200.

21. Tzeng, D. D., Huang, J. W., and Tzeng, K. C. 2003. Development of antagonistic bacteria as biofungicide for the control of plant diseases. In: H.C. Huang and S. N. Acharya (eds.) Advances in Plant Disease

Management. Research Signpost, ISBN 81-7736-191-0

22. Tzeng, D. D. S., and Yeh, Y. 2003. Research and development of microbial biofungicides for plant disease control. Plant. Prot. Bull. Spec. Publ. New 5 (Proceedings of Workshop on Plant Protection Management for Sustainable Development: Technology and New Dimension): 221-238.

23. Wang, S. W. 2002. Control of bacterial blight of rice by the application of antagonistic *Bacillus* spp. – the potential application and the mode of action. Master thesis, Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, 84 pp (in Chinese).

24. Ware, G. W. and Whitacre, D. M. 2004. The Pesticide Book. 6th ed. MeisterPro Information Resources, 488pp. ISBN 1892829-11-8.

The Research-Development and Industry Application of Biopesticides in Taiwan- Problems and Perspectives

Dean D. S. Tzeng
Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University
Taichung, 40227 Taiwan, ROC
Email: dstzeng@nchu.edu.tw

ABSTRACT

Development and application of biopesticides as alternatives for chemical pesticide application is one of the government promugated prime-subjects since 1995 in Taiwan to strengthen the international competitiveness of the nation among global biotechnology industry realms. Over the past decade, tremendous efforts were devoted for the bioresource exploration, pest control efficacy evaluation, fermentation mass production technique establishment, formulation and efficacy improvement, field trial efficacy and economic value verification, etc. Voluminous fruitful successes regarding to the mass production and application of microbial insecticides or microbial fungicides had been accomplished. However, the success of industrial adaption and marketing exploration so far had been very limited. In the works to be presented, experiences learned from development and spin-off of *Bacillus subtilis* strain WG6-14 and *Streptomyces griseobrueneaus* strain S3 as biofungicides will be used to address the problems encountered and the efforts that needed to improve the technology transferring and the product registration. The main intention of the presentation is to sparkle through forum discussion certain concerted resolution that would benefit the biopesticide industry development.

Key words: Biopesticides, *Bacillus subtilis*, *Streptomyces griseobruenneous*, technique transfer, registration

節能減碳與作物病害管理研討會 175-191

利用栽培技術防治瓜類作物土壤傳播性病害

林益昇[1,3]、蘇俊峯[2]

[1] 國立中興大學 植物病理學系

[2] 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理組

[3] 連絡作者，電子郵件：yslin1@dragon.nchu.edu.tw

摘 要

瓜類作物之間存在有嫁接親和性，而且各種尖鐮胞萎凋病菌（*Fusarium oxysporum*）對其寄主又有專一性，因此嫁接苦瓜不但成功的防治苦瓜萎凋病（*F. oxysporum* f. sp. *momordicae*），並使苦瓜每公頃產量高達 61-127 公噸，而實生苗苦瓜每公頃產量是 0-24 公噸。此外，將苦瓜 1：1 頂劈嫁接苗放在 20℃的生長條件下保濕處理，即可避免嫁接苗苗枯病、嫁接苗立枯病與日燒症的發生。絲瓜在低溫環境下種植，植株會發生生長不良與猝死的絲瓜萎凋病苗期病徵，若採取晚植措施，即可避開本階段病徵的發生。而絲瓜萎凋病菌（*F. oxysporum f. sp. luffae*）可能有生理小種的分化，利用絲瓜共砧或可減少絲瓜萎凋病。洋香瓜黑點根腐病主要會在採收前 2 星期產生急速萎凋病徵，嚴重影響洋香瓜果實品質，採用耐病的南瓜當根砧，嫁接株雖會被 *Monosporascus cannonballus* 感染，但是嫁接株有較少的急速萎凋病徵產生，使農民仍可收穫高品質的洋香瓜。

關鍵詞：苦瓜萎凋病、絲瓜萎凋病、洋香瓜黑點根腐病、嫁接

緒 言

台灣在耕地面積有限的情況下，作物的栽植大都屬集約式的精緻栽培，連作變成常用的栽培策略。然而連作常使作物受到土壤傳播性病原菌的危害，造成作物產量減少與品質變差(29)。雖然化學藥劑（fungicide）的

應用是農民最能接受的防治方法，但是在作物土壤傳播性病害的管理上，主要仍以苗期病害為主，如由 *Pythium* spp. 與 *Rhizoctonia solani* 所引起的猝倒病與立枯病等苗期病害，因為植株只需較短時間的保護，即可達到效果；至於在成株期發生的土壤傳播性病害，如由 *Fusarium* spp. 與 *Monosporascus cannonballus* 等病原菌所引起的萎凋病和黑點根腐病，則藥劑防治效果不彰[26]。另外，化學藥劑的施用已經不符合世界的潮流，例如使用土壤燻蒸，如溴化甲烷（methyl bromide fumigation），雖可有效防治多種土壤傳播性作物病害，但土壤燻蒸劑大都含有劇毒，對人體與環境皆有毒害，且依蒙特婁公約規定，在不久的將來，溴化甲烷將分階段禁止使用[25]。在台灣，依 2003 年行政院環境保護署所頒佈的溴化甲烷管理辦法，溴化甲烷僅可用於進、出口檢疫。因此防治作物土壤傳播性病害大都採用非農藥的防治方法。常見的非農藥防治策略有（a）施行輪作制度[15]；（b）添加土壤添加物，或可降低西瓜萎凋病的發生[8]；（c）栽種香蕉、西瓜與洋香瓜抗病品種[12]；（d）應用抑病土防治西瓜蔓割病[18]；（e）發展生物防治法防治甘藷萎凋病[21]；以及應用（f）最具效益的嫁接防治法。

本文將以近年來台灣嚴重發生的瓜類作物土壤傳播性病害，包括苦瓜萎凋病、絲瓜萎凋病和洋香瓜黑點根腐病，說明利用栽培技術於田間防治作物土壤傳播性病害成功的案例。

苦瓜萎凋病與嫁接苦瓜漏脂症的嫁接防治

目前在瓜類作物上，尖鐮胞萎凋病菌共有八個分化型，包括 *F. oxysporum* f. sp. *niveum*、f. sp. *melonis*、f. sp. *cucumerinum*、f. sp. radicis-*cucumerinum*、 f. sp. *luffae*、f. sp. *lagenariae*、f. sp. *momordicae* 和 f. sp. *benincase*，分別引起西瓜、洋香瓜、胡瓜、絲瓜、扁蒲、苦瓜和冬瓜萎凋病[14, 16, 20, 22, 27, 28, 32]。由於各種萎凋病菌對寄主的專一性強，而且瓜類作物之間又有嫁接親和性，因此在 1936 年村田及大原兩氏經試驗多種瓜類作物之嫁接組合，並選用扁蒲為抗病根砧，成功的防治西瓜蔓割病後，嫁接抗病根砧的方法即被用來防治多種瓜類作物萎凋病[10]。而苦瓜萎凋病罹

病株在初期會顯現半側萎凋，進而維管束褐化、葉片黃化，終至全株萎凋等病徵，使得苦瓜栽培期縮短、產量降低，甚至無收穫。林氏等人 (1, 2) 以絲瓜為根砧，採用頂劈嫁接的方式嫁接苦瓜蔓穗，嫁接株不但生長旺盛在田間表現良好的耐濕性與抗病性，而且產量遽增（表一）。從 1991-95 年陸續在大甲、大安、新社、烏日、外埔、大雅和清水等地分別試驗、推廣種植各種嫁接方式的嫁接苦瓜，結果指出採用頂劈接苗再割裂根靠接一株絲瓜苗的嫁接株，其每公頃產量達 80-100 公噸左右。而栽種實生苗之苦瓜產量（對照組），每公頃僅有 0-24 公噸左右（表一、二）。

表一、1991 至 1993 年苦瓜嫁接絲瓜砧之田間產量

Table 1. Yields of bitter gourd-loofah grafts in fields between 1991 and 1993

Field	Location	Grafting method	Area (ha)	Cultivated period	Yield (t/ha)
			1991		
B1	Xinshe	Non-grafting	0.1	Mar. ~Apr.	0
B2	Dajia	Cleft grafting	0.2	Feb. ~Oct.	80
B3	Dajia	Cleft grafting	0.3	Feb. ~Oct.	100
B4	Wuri	Tongue approach grafting	0.3	Mar. ~Aug.	24
B5	Daya	Tongue approach grafting	0.1	Mar. ~Sept.	20
			1992		
B6	Qingshui	Non-grafting	0.5	May ~Jul.	5
B7	Qingshui	Non-grafting	0.3	Jun. ~Oct.	24
B8	Wuri	Tongue approach grafting	0.1	Mar. ~Oct.	45
B9	Wuri	Tongue approach grafting	0.2	Apr. ~Oct.	25
B10	Xinshe	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	43
B11	Dajia	Cleft grafting	0.3	Mar. ~Sep.	68
B12	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Sep.	62
B13	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	61
B14	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Sep.	89
B15	Waipu	Cleft grafting	0.4	Apr. ~Nov.	66
			1993		
B16	Dajia	Cleft grafting	0.4	Mar. ~Oct.	108
B17	Dajia	Cleft grafting	0.4	Mar. ~Oct.	82
B18	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	71
B19	Dajia	Cleft grafting	0.3	Mar. ~Oct.	63
B20	Dajia	Cleft grafting	0.2	Mar. ~Oct.	69

表二、1994 至 1995 年苦瓜嫁接絲瓜砧之田間產量
Table 2. Yields of bitter gourd-loofah grafts in fields between 1994 and 1995

Field	Location	Grafting method	Area (ha)	Cultivated period	Yield (t/ha)
			1994		
B21	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.4	Mar. ~ Oct.	101
B22	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.3	Apr. ~ Oct.	84
B23	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	56
B24	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	71
B25	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.3	Mar. ~ Oct.	68
			1995		
B26	Da-an	Cleft inarching	0.5	Mar. ~ Oct.	34
B27	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.4	Mar. ~ Oct.	127
B28	Dajia	Cleft inarching and cleft root inarching	0.6	Mar. ~ Oct.	82
B29	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Apr. ~ Oct.	118
B30	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Apr. ~ Oct.	109
B31	Dajia	Cleft grafting and cleft root inarching	0.2	Mar. ~ Oct.	105

利用頂劈嫁接絲瓜砧雖可成功防治苦瓜萎凋病，但是有部分嫁接成株在嫁接處流汁、冒泡或是在絲瓜砧的莖部會有裂口、流漏膠狀黏稠物質，當苦瓜進入開花結果期，絲瓜根砧會腐爛，終至死亡。該病害發生的原因目前仍不清楚，因此暫時命名為「嫁接苦瓜漏脂症」，觀察漏脂症之罹病株，發現只有三分之一的導管連接成功，導致水分、養分輸送不良。因此，只要再以割裂根靠接的方法，再行靠接一株絲瓜苗即可有效防治 (3, 5, 6)。

嫁接苦瓜苗的病害種類與無農藥防治

到目前為止，利用嫁接絲瓜砧防治苦瓜萎凋病仍被農民持續的使用。然而頂劈嫁接苗在冬天的培育，絲瓜根砧的胚軸和子葉上初期會產生褐班，進而促使胚軸與子葉枯萎，經鑑定乃由 *Alternaria alternate* f. sp.

cucubitae 所引起的嫁接苗苗枯病。經溫度試驗測試結果顯示，本病害在 16℃以下才會發生[7]。另外，頂劈嫁接苗在夏天高溫多濕環境下培育，絲瓜砧胚軸的嫁接處會產生水侵狀斑點，並迅速擴及苦瓜接穗。但若遇乾燥環境，罹病組織則會皺縮，嫁接苗死亡，本病害乃由 *Rhizoctonia solani* (AG-4) 所引起之嫁接苗立枯病。經溫度試驗測試結果，本病害在 24℃以上的高濕環境才會發生[9]。除了上述兩種苗期病害，在炎熱的夏天，頂劈嫁接苗若處於 28℃以上的高溫環境下，苦瓜接穗則會罹患日燒症而乾枯死亡[9]。綜合上述頂劈嫁接苗病害發生與溫度測試的結果，只要將蔓穗頂劈嫁接苗改為 1：1 頂劈嫁接苗，並放在 20℃的生長條件下保濕處理，即可避免嫁接苗苗枯病、嫁接苗立枯病與日燒症的發生。

絲瓜萎凋病的發生與無農藥防治

絲瓜萎凋病由 *F. oxysporum* f. sp. *luffae*所引起。南投縣埔里鎮的水蛙窟和大坪頂等地區的農民，大都於二月上旬，將「白絲瓜」苗移植於本田。正常的移植苗於 2 星期內即長出新蔓，然而罹病株則開始呈現生長不良、葉片伸展不開、植株矮化；或者根部與莖部維管束褐化後轉黑褐化及植株一側萎凋等病徵，病苗於 2 週內即快速死亡。初期未表現猝倒的植株，在中午蒸散作用旺盛時，會有暫時萎凋的現象，進而葉片一側黃化，莖部與維管束褐化及植株一側萎凋，病株於一個月內死亡，此為絲瓜萎凋病之第一階段苗期病徵。隨著三、四月氣溫逐漸回升，絲瓜快速生長，田間發病的情形會減緩，但成株於初期僅有 1-2 條主根或部分支根的維管束黑褐化，再向莖部蔓延；每當褐化維管束向上越過一個莖節，褐化的維管束數目便會增多，約通過 3-4 個莖節後，莖蔓即表現半側褐化，終至有外部「蔓割」的病徵。在潮濕的環境下（尤其雨後），莖外表褐化或開裂處會有膠脂狀的粘稠物泌出，此為絲瓜萎凋病之第二階段成株期病徵。田間調查指出個別田的發病率可達 40~60%，甚至有達 95% 而廢耕者[4]。

由於本病原菌在低溫時大部份由植株的芽栓（peg，莖、根交接處）侵入，容易引起第一階段的苗期病徵。溫度高時，由芽栓侵入的比例降低，

由根尖侵入的機會升高，而且在高溫環境下，絲瓜的生長快速，在田間不易表現苗期病徵。待開花、結果後，才會有第二階段的成株期病徵出現。因此，採取晚植措施可避開低溫而逃避苗期病害。

在田間病害調查中亦發現，水蛙窟地區的農民將稜角絲瓜與圓筒型絲瓜輪替種植，結果稜角絲瓜不會發生絲瓜萎凋病；此外，南投縣魚池鄉當地農民種植的絲瓜是有別於「白絲瓜」的「綠皮栽培種」，例如「東光 1、2 號」與「阿順」，卻也嚴重發生絲瓜萎凋病。但是從綠皮與白皮絲瓜的罹病株所分離得到的萎凋病菌，在馬鈴薯瓊脂培養基上的培養性狀有差異，因此筆者推測台灣的絲瓜萎凋病菌或許有生理小種的分化，換句話說，絲瓜品種間或許有抵抗萎凋病的品種。因此，以其他品種絲瓜作為共砧，或許能防治絲瓜萎凋病。筆者於1997年二月初在埔里地區絲瓜田，利用圓筒型「白絲瓜」為接穗，圓筒型「旗山長種 1 號絲瓜」為共砧，於 6 處多年發生嚴重萎凋病之絲瓜田種植以頂劈高接法與割裂根靠接法製作之嫁接苗。結果（表三）無嫁接之對照處理於三、四月間「白絲瓜」即嚴重發生絲瓜萎凋病而廢耕（Field-L1 和 -L2）。利用割裂根靠接處理（Field-L3 與 -L4）之嫁接株，亦於三月初開始絲瓜萎凋病，發病率分別為 56 與 17%。四月以後絲瓜萎凋病有緩和的發生，直到八月以後絲瓜萎凋病又再次嚴重發生，發病率分別為 79 與 58%。而利用頂劈高接處理（Field-L5 與 -L6）之嫁接株，栽種初期並未發生絲瓜萎凋病，直到四月初才開始零星發生，但並不嚴重。一直到八月以後絲瓜萎凋病亦無嚴重發生，發病率分別僅為 7 與 3%。

筆者進一步於 2000 年在南投縣魚池鄉舉辦「嫁接絲瓜防治絲瓜萎凋病」之示範觀摩會，並在埔里與魚池地區教導農民以頂劈高接法與割裂根靠接法製作嫁接絲瓜苗。數年下來發現嫁接絲瓜所生產的「白絲瓜」果實的品質與風味俱佳。但未有增產的效果，尤其以美菱為根砧者其生長期較短，反而有產量不佳的現象。2004年在頭社教導絲瓜班的成員以割裂根靠接法，種植「旗山長種 1 號」為根砧，「阿順」為接穗的嫁接絲瓜，結果於六月下旬即發現6處未嫁接之絲瓜田萎凋病的發病率介於 81-92%，而4處嫁接處理者為 2-8%。由於絲瓜萎凋病菌是否有生理小種的分化，目前仍

不明瞭，導致抗/耐病品種仍不可得。但是魚池地區的農民已普遍接受以割裂根靠接法種植絲瓜可有效防治絲瓜萎凋病，因此當地農民從台灣各地自行收集可能的抗/耐病絲瓜品種，將不同品種同時種植於田間，以當作割裂根靠接的絲瓜砧。導致田間出現一棵絲瓜有4-5個根系，其中3-4個是割裂根靠接的根砧，一旦某些根系開始發生絲瓜萎凋病，立即割斷該根系。此種栽培模式，使當地農民可收穫高品質與高產量的絲瓜，媒體戲稱其為三腳或四腳菜瓜，已成為頭社之地方特色。

表三、1997年在埔里利用共砧防治白絲瓜萎凋病[1]

Table 3. Fusarium wilt of “White loofah” management by using loofah as rootstock in diseased nursery at Puli area in 1997 [1]

Field	Grafting method	Area（ha）	Disease incidence（%） 3 Mar.	25 Mar.	4 Apr.	23 Aug.
L1	Non-grafting	0.4	95	95	—	—
L2	Non-grafting	0.3	32	57	69	—
L3	Cleft root inarching	0.2	56	56	56	79
L4	Cleft root inarching	0.3	17	31	39	58
L5	Cleft grafting on top	0.1	0	—[2]	2	7
L6	Cleft grafting on top	0.4	0	0	1	3

1. All plants were transplanted in fields around early February of 1997, and cylindrical loofah, local line of Qishan long, was used as rootstock in all grafted plants.

2. "—" = No data.

利用南瓜根砧防治洋香瓜黑點根腐病

洋香瓜黑點根腐病係由菌 *Monosporascus cannonballus* 所引起，主要發生在熱帶與亞熱帶地區（19），造成世界各地洋香瓜約 10-25% 的經濟損失，甚至使許多個別田廢耕者（23）。洋香瓜受感染初期，地下部主根和側根會出現褐化小病斑，漸漸的擴展癒合成壞疽斑，壞疽斑散生，常出現於根

分支處，最後產生根腐。將植株自土壤中拔起時，罹病根系大都脫落。當發生根腐的根部無法吸收足夠供應植株生長所需的水分時，特別是在果實肥大成熟期（約採收前10-14天），植株地上部葉片便產生「突發性的急速萎凋」（sudden wilt）與罹病株死亡，其所產生的果實因含糖量低而風味不佳，因而失去商品價值（23）。植株死亡後，會在病根表皮上產生該病原菌的子囊殼（17），尚未發現其無性世代（24）。由於本病害初期時不易觀察到地上部病徵，因此常被忽略與難以診斷（23）。

目前世界各地對黑點根腐病的防治多數仍束手無策，以色列的報告指出，唯有將土壤在植前做溴化甲烷燻蒸（methyl bromide fumigation）處理，方能有效的降低本病害的發生（31）。另有文獻指出以蒲瓜或南瓜（利用頂劈嫁接法）為根砧，在田間可以延後與減緩黑點根腐病的發生至採收後期（13, 31），但其果實可能是受到根砧效應的影響，鮮食時品質不佳，市場無法接受。但若以舌狀靠接法將洋香瓜嫁接於南瓜根砧上，則洋香瓜果實在鮮食時之品質與實生苗無所差異（30）。

由於嫁接之後的根砧效應會直接影響洋香瓜果實的鮮食品質（30），因此應用嫁接技術防治洋香瓜黑點根腐病，除了要考慮防病效果之外，亦應考慮嫁接之後的根砧效應對果實鮮食的影響。筆者從 2000 年開始即在彰化縣芳苑鄉、台南縣東山鄉、佳里鎮與西港鄉等多處洋香瓜栽培田，選用 6 種葫蘆科作物當根砧，包括洋香瓜、蒲瓜、南瓜、冬瓜、絲瓜與西瓜等，嘗試 4 種嫁接法包括 1：1 頂劈嫁接法、割裂靠接法、割裂根靠接法與舌狀根靠接法等，評估嫁接技術防治洋香瓜黑點根腐病的可行性，結果發現以蒲瓜、冬瓜與南瓜當根砧之嫁接株，表現較好的黑點根腐病防治效果；以冬瓜與南瓜當根砧之嫁接株，其所產的洋香瓜果實表現較佳的鮮食品質，果實不會有難以入口的風味；採用舌狀根靠接法所製作之嫁接株，在嫁接苗的培育與管理，以及所產洋香瓜果實的鮮食品質，皆優於其他供試的嫁接法。因此選用冬瓜與南瓜當根砧製作舌狀根靠接苗，或可在田間防治洋香瓜黑點根腐病。

進一步，筆者於 2005 年 11 月在台南縣七股鄉兩處洋香瓜栽培田（試驗田Ⅰ與Ⅱ），分別依拉丁方格設計與逢機完全區集設計，進行洋香瓜黑點

根腐病之舌狀根靠嫁接防治試驗，選用洋香瓜藍寶石 2 號當接穗，冬瓜 1202 與南瓜 1913 當根砧。結果在試驗田Ⅰ中，供試的嫁接苗與實生苗初期生長良好，定植後 8 星期內皆無萎凋發生。定植 9 星期以後，供試植株地上部開始表現葉片黃化與萎凋，地下部則出現根腐指數 1 的病徵，由這些病斑可分離得到黑點根腐病菌。定植第 11 星期以後，實生苗與以冬瓜 1202 為根砧的嫁接株，萎凋率達 76% 以上，洋香瓜無收穫或所產洋香瓜尚未完全成熟品質不佳。以南瓜 1913 為根砧的嫁接株在田間表現暫時性萎凋的特性，定植第 11 星期以後，萎凋率由 23%下降為 2%，並與對照組差異顯著（$p< 0.05$）（表四），且仍有符合商品價值的洋香瓜採收。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗只有 6.8/plant，與以冬瓜 1202 與南瓜 1913 為根砧兩種嫁接株的根數 8.1 與 8.2/plant，皆差異顯著（$p< 0.05$）。其中，嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株為 21%：79%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株為 54%：46%。不論根砧或接穗根部，皆有程度不一的根腐，其中實生苗與以冬瓜 1202 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數皆為 2.6，但是以南瓜 1913 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數只有 1.2。另外，冬瓜 1202 與南瓜 1913 根砧根系的根腐指數，分別為 3.8 與 1.1，兩者呈差異顯著（$p< 0.05$）（表四）。

在試驗田Ⅱ中，定植 9 星期供試植株開始發生黑點根腐病，定植第 11 星期以後，實生苗與以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株萎凋率達 80%以上，實生苗甚至死亡，無洋香瓜可採收。以南瓜 1913 為根砧的嫁接株在田間表現暫時性萎凋的特性，定植後第 11 星期至採收期，萎凋率由 67%下降至 37%（表四）。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗為 6.7/plant，以冬瓜與南瓜當根砧的嫁接株則分別為 8 與 7.9/plant。分析嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以冬瓜 1202 當根砧的嫁接株分別為 20%與 80%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株則分別為 54%與 46%。實生苗與以冬瓜 1202 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數分別為 2.8 與 2.7，而以南瓜 1913 當根砧的嫁接株的接穗根系只有 1.7。此外，根砧根系的根腐指數，冬瓜 1202 與南瓜 1913 分別為 3.8 與 1.6，兩者呈差異顯著（$p< 0.05$）（表四）。

表四、洋香瓜舌狀根靠接株在七股鄉田間由黑點根腐病所致之萎凋率與根腐指數[1]

Table 4. The wilt rate and root rot index of muskmelon tongue root inarching grafts due to root rot/vine decline at Chigu field[1]

		Wilt rate (%) weeks after transplanting			Root number per plant	Root number (Percentage)		Root rot index (0-4)[2]	
Field	Rootstock	8	11	12		Rootstock	Scion	Rootstock	Scion
Ⅰ	CK (non-grafting)	0	76 b	76 b[3]	6.8 b	-[4]	6.8 (100)	-	2.6 b
	Wax gourd 1202	0	89 b	89 b	8.1 a	1.7 (28)	6.4 (72)	3.8 b	2.6 b
	Squash 1913	0	23 a	2 a	8.2 a	4.7 (54)	3.5 (46)	1.1 a	1.2 a
Ⅱ	CK (non-grafting)	0	95 b	95 c	6.7 b	-	6.7 (100)	-	2.8 b
	Wax gourd 1202	0	80 a	80 b	8.0 a	1.7 (20)	6.4 (80)	3.8 b	2.7 b
	Squash 1913	0	67 a	37 a	7.9 a	4.4 (54)	3.6 (46)	1.6 a	1.7 a

1 Two hundred and 240 plants were assayed for each treatment in the experimental fields Ⅰ and Ⅱ, respectively, at Chigu, Tainan. The date of transplanting was 7 and 9 November, 2005, and of harvesting 8 and 9 February, 2006, respectively.

2 After harvest, all of the roots were collected for determining the root rot index, based on a scale of 0-4: 0=Healthy; 1=Red lesion; 2=Necrotic spot; 3=Root rot; and 4=Perithecia formed on root surface.

3 Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan’s Multiple Range Test.

4 “—” = No data.

筆者又於 2007 年 8 月在台南縣西港鄉選定一處洋香瓜栽培田，用洋香瓜藍寶石 1 號當接穗，洋香瓜 0596 與南瓜 1913 當根砧，利用舌狀根靠接法製作嫁接苗，採逢機完全區集設計，於 8 月 27 日將嫁接株定植於該田。結果植株初期生長良好，定植後 7 星期之內皆無黑點根腐病地上部病徵的發生。然而定植後第 8 星期，供試植株皆開始有零星出現黑點根腐病的地上部病徵，罹病株表現葉片黃化、萎凋與果實曝露。無嫁接之實生株、以洋香瓜 0596 與南瓜 1913 當根砧之嫁接株，地上部萎凋率分別為 7、15 與 1%。此時田間進行疏果，使每棵植株上僅留 1 或 2 顆洋香瓜果實。植株定植後第 9 星期，田間發生黃葉、萎凋的罹病株持續增加，到定植後第 10 星期，3 種處理的植株萎凋率分別達 43、57 與 19%，仍以南瓜 1913 當根砧之嫁接株，萎凋率為最低（表五）。植株定植後第 11 星期，分兩次（11 月 6 與 9 日）採收具市場價值的洋香瓜，第一次採收時，以無嫁接之實生株的產量較多，每 40 棵植株採收 31 顆洋香瓜，共可採收 50.8 kg/40 plants；而以南瓜 1913 當根砧之嫁接株的產量較少，每 40 棵植株採收 22 顆洋香瓜，共可採收 36.1 kg/40 plants。第二次採收時，則以南瓜 1913 當根砧之嫁接株的產量較多，每 40 棵植株採收 44 顆洋香瓜，共可採收 64.2 kg/40 plants；而無嫁接之實生株的產量較少，每 40 棵植株採收 19 顆洋香瓜，共可採收 31.2 kg/40 plants。綜合兩次採收的結果，以南瓜 1913 當根砧之嫁接苗的產量最多，每 40 棵植株可採收 100.3 kg/40 plants；而以洋香瓜 0596 當根砧之嫁接株的產量最少，每 40 棵植株可採收 70.8 kg/40 plants（表六）。待果實採收後，計算實生苗與嫁接株的根數，實生苗只有 6.6/plant，與以洋香瓜 0596 與南瓜 1913 為根砧兩種嫁接株的根數 10.1 與 8.7/plant，皆差異顯著（$p < 0.05$）。其中，嫁接株的根砧與接穗根數所佔百分比，以洋香瓜 0596 當根砧的嫁接株為 49%：51%，以南瓜 1913 當根砧的嫁接株為 47%：53%。不論根砧或接穗根部，皆有程度不一的根腐，其中實生苗與以洋香瓜 0596 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數分別為 3 與 3.1，但是以南瓜 1913 為根砧嫁接株的接穗根系，根腐指數只有 1.7。另外，洋香瓜 0596 與南瓜 1913 根砧根系的根腐指數，分別為 3.1 與 1.9，兩者差異顯著（$p < 0.05$）（表五）。

討　論

在防治策略的擬定當中，利用栽培技術防治作物病害是最符合節能減碳的考量，因為利用栽培技術防治作物病害必須先考量病害發生的條件與環境，再運用種種耕作策略而達防治病害或逃避病害的防治效果。如發生在嫁接絲瓜砧之苦瓜苗苗期的三種病害，一旦了解發病的適溫，不用任何的藥劑處理或策略，只要將蔓穗頂劈嫁接苗改為1：1頂劈嫁接苗，並放在20℃的生長條件下保濕處理，即可避免苗枯病、立枯病與日燒症的發生。又如絲瓜在二月底（低溫環境）定植於本田後會嚴重發生絲瓜萎凋病之第一階段苗期病徵，只需採取晚植避開低溫環境，即可逃避本苗期病害。而嫁接則可快速獲得抗/耐病品種，而且防治病害的效果明顯。所謂嫁接乃是將兩個或以上的獨立植株個體，分別切取部分組織部位，將其在維管束組織部位組合，當該處癒合後成為一單獨的植株個體，即為嫁接株[12]。由此可知，嫁接的原理其實很簡單，乃是利用作物受傷後的自我修復機制與作物間的嫁接親合性，將兩個獨立的個體組合成一個個體，而品種系越接近者，嫁接成活率也越高，如絲瓜與絲瓜共砧，嫁接成活率定高於絲瓜砧頂劈嫁接苦瓜。此外，嫁接法亦會影響嫁接成活率，如舌狀靠接的嫁接成活率必定高於頂劈嫁接法。因此不同的根砧與嫁接法的選用，則需視研究的目的而定，如防治苦瓜萎凋病時需採用抗病根砧絲瓜，不能選用苦瓜共砧，嫁接法的選用則需以割裂靠接與頂劈接，不能選用舌狀靠接或割裂根靠接（表一），使苦瓜的根部完全離開帶有病原菌的土壤，不會遭受危害。而絲瓜萎凋病則由於病原菌可能有生理小種的存在，因此可以選擇同為絲瓜的菱角絲瓜或圓筒型絲瓜為共砧，一方面增加嫁接苗成活率與減少嫁接不親和的發生；另一方面亦可達防治病害的效果（表三）。然而，由於洋香瓜具有在口感與風味有特殊需求的特性，因此在黑點根腐病的防治上，則果實鮮食的品質必需列為優先考慮，一般說來，頂劈嫁接的根砧效應應該高於舌狀靠接，因此選用舌狀靠接一面可減少根砧效應影響，另一方面亦可增加嫁接株的成活率。唯需特別注意，所選用的根砧必須為耐病根砧，一旦病原菌濃度高於其臨界濃度時，洋香瓜黑點根腐病亦會嚴重發生。

表五、洋香瓜舌狀根靠接株在西港鄉田間由黑點根腐病所致之萎凋率與根腐指數 [1]

Table 5. The wilt rate and root rot index of muskmelon tongue root inarching grafts due to root rot/vine decline at Sigang field [1]

Rootstock	Wilt rate (%) weeks after transplanting				Root number per plant	Root number (Percentage)		Root rot index (0-4) [2]	
	7	8	9	10		Rootstock	Scion	Rootstock	Scion
Non-grafting	0	7 a [3]	36 a	43 ab	6.6 c	- [4]	6.6 (100)	-	3 a
Muskmelon 0596	0	15 a	38 a	57 b	10.1 a	4.9 (49)	5.2 (51)	3.1 a	3.1 a
Squash 1913	0	1 a	14 a	19 a	8.7 b	4.1 (47)	4.7 (53)	1.9 b	1.7 b

1 One hundred and sixty plants of each treatment were assayed. The seeding date was at 7 August 2007 and grafting was done the next 2-3 weeks. The harvesting date was 6 and 9 November 2007.

2 After harvest, all of the roots were collected for determining the root rot index, based on a scale of 0-4: 0=Healthy; 1=Red lesion; 2=Necrotic spot; 3=Root rot; and 4=Perithecia formed on root surface.

3 Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan's Multiple Range Test.

4 "—"= No data.

表六、不同根砧對洋香瓜舌狀根靠接株洋香瓜產量的影響（2007）[1]

Table 6. Effect of different rootstocks on yield of muskmelon tongue root inarching grafts (2007) [1]

Rootstock	1st harvest			2nd harvest			Total yield (kg/40 plants)
	Fruit (numbers/40 plants)	Fruit weight (kg/fruit)	Yield (kg/40 plants)	Fruit (numbers/40 plants)	Fruit weight (kg/fruit)	Yield (kg/40 plants)	
Non-grafting	31 a	1.75 a	53.8 a	19 b	1.64 a	31.2 b	84.9 a
Muskmelon 0596	24 a	1.71 a	40.4 a	21 b	1.43 a	30.4 b	70.8 a
Squash 1913	22 a	1.64 a	36.1 a	44 a	1.46 a	64.2 a	100.3 a

1. One hundred and sixty plants of each treatment were assayed. The seeding date was at 7 August 2007 and grafting was done the next 2-3 weeks. The harvesting date was 6 and 9 November 2007.

2. Values followed by the same letter in the column are not significantly different at p= 0.05, according to Duncan's Multiple Range Test.

引用文獻

1. 林益昇、宋曉清、黃家興。1992。利用絲瓜抗病根砧防治苦瓜萎凋病。病蟲害非防治技術研討會專刊，251-258 頁。中華植物保護學會編印。359 頁。
2. 林益昇、黃家興、宋曉清。1998。 苦瓜-絲瓜嫁接株對苦瓜萎凋病菌之抵抗性及其產量。植保會刊 40: 121-132。
3. 林益昇、黃國修。1995。苦瓜-絲瓜嫁接不親和現象之鑑定與糾正。植物病理學會刊 4：213-214。
4. 林益昇、蘇俊峰。2001。台灣絲瓜萎凋病之鑑定。植保會刊 43：215-226。
5. 林益昇。2001。 苦瓜萎凋病之檢疫與嫁接防治。 38-53 頁，海峽兩岸動植物防疫檢疫研討會報告書，農委會動植物防疫檢疫局，168 頁。
6. 林益昇。2003。三品苦瓜-苦瓜根部保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局農業推廣影片 EX028。台中。十九分鐘。
7. 黃家興、林益昇、潘瓊美。1998。台灣苦瓜-絲瓜嫁接苗苗枯病之鑑定與防治。植保會刊 40：397-409。
8. 黃振文。1991。利用土壤添加物防治作物之土壤傳播性病害。植保會刊 33：113-123。
9. 黃國修、林益昇。1995。苦瓜-絲瓜嫁接苗立枯病與日燒症之鑑定與防治。植物病理學會刊 4：214。
10. 黃國修。1995。苦瓜嫁接絲瓜砧的病害鑑定與管理。國立中興大學植物病理學系碩士論文。132 頁。
11. 黃新川。1985。香蕉黃葉病之生態與防治。植保會刊 27：233-245。
12. Andrews, P. K., and Marquez, C. S. 1993. Graft incompatibility. Hort. Rev. 15: 183-232.
13. Edelstein, M., Cohen, R., Burger, Y., Shriber, S., Pivonia, S., and Shtienberg, D. 1999. Integrated management of sudden wilt in melons, caused by *Monosporascus cannonballus*, using grafting and reduced rates of methyl bromide. Plant Dis. 83: 1142-1145.

14. Gerlagh, M., and Ester, A. 1985. *Fusarium oxysporum* f. sp. *benicasae,* a new adaptation of *Fusarium oxysporum* to a cucurbitacdeous crop. Mededelingen van de Faculteit van Landbouww etenschappen Kijksuniversiteit Gent 50/3 B: 1045-1048.
15. Hopkins, D. J., and Elmstrom, G. W. 1984. Effect of non-host crop plants on watermelon Fusarium wilt. Plant Dis. 68：239-241.
16. Kawai, I., Suzuki, H., and Kawai, K. 1958. On the pathogenicity of wilt *Fusarium* of the cucurbitaceous plants and their forms. Shizuoka Agric. Exp. Stn. Bull. 3: 49-68. (In Japanese, with English summary).
17. Kim, D. H., Rasmussen, S. L., and Stanghellini, M. E. 1995. *Monosporascus cannonballus* root rot of muskmelon: Root infection and symptom development in relation to soil temperature. (Abstr.) Phytopathology 85: 1195.
18. Larkin, R. P., Hopkins, D. L., and Martin, F. N. 1993. Ecology of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* in soils suppressive and conducive to Fusarium wilt of watermelon. Phytopathology 83：1105-1116.
19. Martyn, R. D., and Miller, M. E. 1996. Monosporascus root rot and vine decline: An emerging disease of melons worldwide. Plant Dis. 80: 716-725.
20. Matuo, T., and Yamamoto, I. 1967. On *Fusarium oxysporum* f.sp. *lagenariae* n.f. causing wilt of *Lagenaria vulgaris* var.*hispida*. Trans. Mycol. Soc. Japan 8: 61-63.
21. Ogawa, K., and Komada, H. 1984. Biological control of *Fusarium* wilt of sweet potato by nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. Ann. Phytopathol. Soc. Japan 50: 1-9.
22. Owen, J. H. 1956. Cucumber wilt, caused by *Fursarium oxysporum* f. *cucumerinum* n. f. Phytopathology 46: 153-157.
23. Pivonia, S., Cohen, R., Kafkafi, U., Ben Ze’ev, I. S., and Katan, J. 1997. Sudden wilt of melons in southern Israel: Fungal agents and relationship

with plant development. Plant Dis. 81: 1264-1268.

24. Pollack, F. G., and Uecker, F. A. 1974. *Monosporascus cannonballus* an unusual ascomycete in cantaloupe roots. Mycology 66: 346-349.
25. Ristaino, J. B., and Thomas, W. 1997. Agriculture, methyl bromide, and the ozone hole. Can we fill the gaps? Plant Dis. 81: 964-977.
26. Shnha, A. P., Singh, K., and Mukhopadhyay, A. N. 1988. Soil Fungicides. CRC Press, Boca Raton, FL.
27. Snyder, W. C., and Hansen, H. N. 1940. The species concept in *Fusarium*. Amer. J. Bot. 27: 64-67.
28. Sun, S. K., and Huang, J. W. 1983. A new *Fusarium* wilt of bitter gound in Taiwan. Plant Dis. 67: 226-227.
29. Takahashi, K. 1984. Injury by continuous cropping in vegetables: various problems in the cultivation using grafted plants. *Yasaishikenjo Kenkyu Shiryo* 18: 87-89. (In Japanese).
30. Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M., and Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis* melo L.). Sci. Hort. 83: 353-362.
31. Ucko, O., Maduel, A., Grinstein, A., and Katan, J. 1992. Combined methods of soil disinfestation for controlling melon collapse with reduced methyl bromide dosages. (Abstr.) Phytoparasitica 20: 229-230.
32. Vakalounakis, D. J. 1996. Root and stem rot of cucumber caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* f. sp. nov. Plant Dis. 80: 313-316.

Using Cultivation Practices in Soil-borne Disease Management of Cucurbitaceous Plants

Lin, Y, S.[1,3], and Su, J. F.[2]

[1] Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.

[2] Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Wu-Feng Thaichung, Taiwan, R.O.C.

[3] Corresponding author, Email: yslin1@dragon.nchu.edu.tw

ABSTRACT

Grafting compatibility and host specificity of *Fusarium oxysporum* commonly exist among different species of cucurbitaceous plants. Bitter gourd grafts not only control Fusarium wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *momordicae* but increase the bitter gourd yield to 61 to 127 tons per hectare. In contrast, the non-grafted bitter gourd only gave a yield from none to 24 tons per hectare. Others, let 1:1 seedling grafts were incubated in 20^{o}C and wetting condition, the diseases caused by *Alternaria alternate* f. sp. *cucubitae* and *Rhizoctonia solani* and sunscald could be escaped. Under low temperature condition, loofah plants may appear symptoms of ill growth and sudden death, which were the seedling symptoms of Fusarium wilt (*F. oxysporum f. sp. luffae*). So, delaying loofah transplanting date, these symptoms will vanish. On the other hand, *F. oxysporum f. sp. luffae* may have differentiation in races. By using resistant/tolerant loofah as rootstock, this disease will be reduced. The sudden wilt of root rot/vine decline of muskmelon appeared 2 weeks before harvesting, and this symptom seriously affected fruit quality of muskmelon. By using squash as rootstock, although the grafts were infected by *Monosporascus cannonballus*, the sudden wilt was reduced, and high quality fruits of muskmelon were available.

Key words: Fusarium wilt of bitter gourd, Fuasium wilt of loofah, root rot/vine decline of muskmelon, grafting

節能減碳與作物病害管理研討會 193-202

利用植物免疫力防治病害的現況與展望

劉益宏[1]、黃健瑞[1]、林玉儒[1]、陳昭瑩[1,2]

[1] 國立臺灣大學植物病理與微生物學系

[2] 連絡作者，電子郵件：cychen@ntu.edu.tw

摘　要

植物免疫力乃植物與病原交互作用時，藉由一連串訊息分子傳遞誘發防禦反應，以抵抗病原入侵的能力；亦可藉根圈有益微生物誘導植物免疫力的提升。植物根圈環境中擁有豐富的微生物相，其中植物促生根圈細菌(plant growth-promoting rhizobacteria, PGPR)可激發植物之免疫力，且不會影響植物的生長與發育，甚至具有促進植物生長的能力。已知植物促生根圈細菌可保護植物，避免真菌、細菌、病毒、線蟲等病原的入侵，多數 *Pseudomonas* 及 *Bacillus* 之種類具有此能力，可開發應用於植物病害之生物防治。誘發植物免疫力會因細菌與植物間的辨識造成植物抗病程度不一，選用適當的生物防治菌株始可減少病害之發生，並得降低田間農藥使用量、減少環境汙染及避免病原菌抗藥菌株的產生。

關鍵詞：植物免疫力、有益根圈菌、生物防治

緒　言

近年來環保意識抬頭，施用化學農藥所造成的環境污染問題深受重視。有機農業之推廣與倡導，應用生物農藥以減少或完全替代化學藥劑的使用，已成為當前刻不容緩的目標及發展趨勢。至今，生物製劑已漸漸地被農民所接受，且應用於現今臺灣的農產業。施用植物保護用途之生物製劑，除了能增加植物免疫力，有效地降低病蟲的危害，還能增加土壤肥力，

改良土壤物理性質，甚至改善土壤重金屬污染的問題等；本文主要探討植物根圈菌誘發植物免疫力的作用。

在植物與病原交互作用之初期，病原可否成功感染植物，決定於植物本身是否能快速且正確地產生相關的防禦訊息，誘發適當的防禦反應，以阻礙病原的入侵。植物根圈菌則能激發植物的免疫力，以抵抗植物病原的侵染，降低植物病害的嚴重度。根圈菌中的菌根菌能快速地纏據於植物根系與植物共生，幫助植物吸收水分、礦物質、磷酸鹽類等物質(9)；固氮細菌能吸收大氣中的游離氮供給植物生長所須的氮源(26)，還有一些土棲性有益微生物能促進植物生長並抑制植物病害或蟲害的嚴重發生(11,15,29,33)。因此，藉由生物因子可直接抑制病原危害植物或間接地激發植物抗病的反應(28)。目前已知誘導系統抗病性可區分為systemic acquired resistance (SAR)及induced systemic resistance (ISR)兩大類。SAR為生物因子如植物病原所誘發的全株抗性，非生物因子如水楊酸及其功能類似物可誘發類似之抗病性，其中以病原侵入植物組織造成壞疽病斑時所誘導的系統抗病性最強(5)。水楊酸(salicylic acid, SA)為訊息傳導物質，經由NPR1 (nonexpresser of PR genes)蛋白質調控表現病程相關蛋白質(pathogenesis-related proteins, PRs)；反之，若將水楊酸羥化酶 (salicylate hydroxylase, NahG)之基因轉入植物體內使其大量表現，會抑制水楊酸的累積，導致SAR路徑中止且不會表現PRs (27)。

ISR 則與群聚於植物根圈之非致病性有益微生物有關，如許多根圈細菌可促進植物生長，並能誘發植物之免疫力，但不會在根部或葉部造成明顯的病徵(31)。許多根圈菌可有效地避免病原如真菌、細菌、病毒及線蟲的入侵(10,19,25,34)，如預先噴灑 *Bacillus pumilus* 203-6 或 203-7 菌株及 *Bacillus mycoides* Bac J 菌株之細菌懸浮液於甜菜葉面後，可降低 *Cercospora beticola* Sacc.引起甜菜葉斑病之危害嚴重度(2,3)。另外，如自臺灣百合根圈採集土壤樣品，以土壤稀釋平板法分離及純化細菌菌株，將不同菌株細菌懸浮液澆灌於臺灣百合根圈，篩選對百合植株沒有負面影響，甚至略有促進生長作用之菌株，在臺灣百合及葵百合上進行溫室防治試驗，並於臺灣百合、葵百合及阿卡波克百合上進行實地田間防治試驗，結果顯示皆能有效地降低

灰黴病之嚴重度及減少病斑的數目，顯示可以應用根圈細菌保護百合之地上部組織，避免灰黴病的危害[17]。

有益微生物誘導植物抗性之機制

目前有益微生物之應用最為廣泛的種類有假單胞菌屬(*Pseudomonas* spp.)、桿菌屬(*Bacillus* spp.)等細菌。螢光假單胞菌(*Pseudomonas fluorescens*)的鞭毛蛋白(flagellin)或脂多醣(lipopolysaccharides)可誘發植物之抗病能力[4,20]。從 *P. fluorescens* 純化之鞭毛蛋白及脂多醣可誘導阿拉伯芥、番茄及大豆免疫力的增升；反之，將鞭毛蛋白及脂多醣突變後則無法刺激植物產生抗病的能力。施用枯草桿菌(*Bacillus subtilis*)於植物根系，此細菌分泌surfactin、fengycin 等脂胜肽類(lipopeptides)抗生物質，激發大豆或番茄免疫力的提升，可使地上部組織得以對抗灰黴病菌(*Botrytis cinerea*)的侵染[21]。

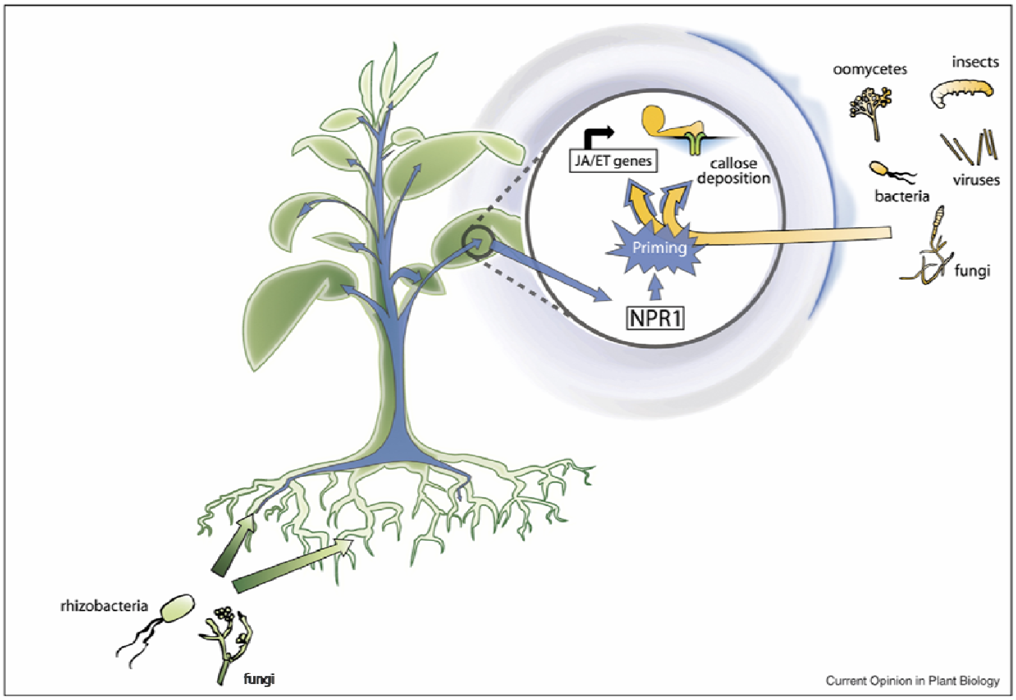
非致病性之根圈細菌於植物根系可以抑制病原菌族群的增長，因而能有效地預防地下部及地上部病害的發生，其可能之生物防治機制有：(1)鐵離子嵌合物(siderophores)的作用：限制病原菌吸收土壤中的游離二價鐵離子，影響病原菌的生存能力而致死亡[18,23]；(2)競爭作用(competition)：在營養上可和病原菌互相競爭環境中或植物根部分泌的營養物質，使病原菌無法得到養分或生長之重要因子，造成病原菌死亡[18]；(3)抗生物質的作用(antibiosis)：許多根圈拮抗細菌具有產生抗生素的能力，如2,4-diacetyl phloroglucinol (Ph1)、HCN、butyrolactones、ammonia、kanosamine、2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG)、oligomycin A、oomycin A等抗生物質，可直接抑制病原菌生長及真菌孢子的發芽，降低病原菌族群密度及對植物的危害[13,14]；(4)誘導植物產生抗病性(induction of systemic resistance)：經由根部處理根圈細菌，使未處理根圈細菌的根組織及葉片，對病原的感染具有抵抗性。*Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2 於番茄根系生長時會釋放出鐵離子嵌合物 pyochelin 及抗生物質pyocyanin，用以誘導番茄產生系統性的抗病能力[1]；另外在番茄上，根圈菌*Serratia liquefaciens* MG1及*Pseudomonas putida* IsoF 可纏據其根系，產生N-acyl-L-homoserine lactones (AHL)，並誘

導番茄產生系統性抗病的能力，減緩*Alternaria alternata*引起葉斑病的嚴重度[24]。

根圈菌誘導植物之抗病潛能

預先施用根圈菌於植物根系，再接種植物病原，始能有效地誘發植物系統性抗病反應，如此激發植物之抗病潛能，以‘priming’稱之[6]。Liu 等人在研究與植物共生之菌根菌，發現植物被誘發之基因表現非常地微弱且不易察覺[16]；另外，應用微陣列技術探討螢光假單胞菌誘導阿拉伯芥抗性的表現，發現大多數具差異性表現之基因與逆境反應相關，且須受到病原侵染後，才會表現出已知的抗性基因[32]。因此，根圈菌對植物抗病潛能化的促進能力，有助於植物對病害之免疫力提升。

Park與Kloepper在阿拉伯芥上的研究指出，利用*PR-1a*啟動子與ß-glucuronidase (GUS) 報導基因融合，以農桿菌轉型至阿拉伯芥，利用九種不同根圈細菌澆灌於阿拉伯芥轉型株，進而偵測GUS活性。結果指出此九種不同根圈細菌皆可誘導不同程度*PR-1a*基因的表現，並能減少*Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*引發煙草野火病的嚴重度[22]，顯示根圈細菌可誘發已知SAR基因表現。但也有其他例子指出，利用*P. aeruginosa* 7NSK2可以誘導煙草產生系統抗病性，減少煙草嵌紋病毒在煙草上造成病斑的大小，此與7NSK2菌株產生水楊酸有關，但7NSK2菌株不會使*PR1a*基因表現[7]。另外以微陣列技術分析螢光假單胞菌處理的阿拉伯芥根及葉片基因表現，結果在根部鑑定出97個基因被誘導表現，其中包括了抗病、代謝及訊息傳遞等基因，但是在葉部卻沒有偵測到任何一個基因可被螢光假單胞菌所誘發而表現；當預先處理螢光假單胞菌，再接種*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* DC3000菌株，則發現有少部分基因被誘導表現且皆循茉莉酸與乙烯訊息傳遞之路徑[32]。故不同根圈菌所誘發之植物抗病性可能有不同的反應，有些根圈菌會誘導植物表現似SAR路徑之*PR*基因，有些則不會誘導植物表現已知的*PR*基因，推測根圈菌所誘導之ISR抗病性會因不同細菌與植物間的辨識表現出不同的抗病反應，且其實質的抗病機制仍待釐清。



圖一、利用根圈促生菌提升植物免疫力之訊息傳遞模式

Fig. 1. Model of signaling transduction pathway of plant immunity induced by plant growth-promoting microorganisms in the rhizosphere.

結論與展望

根圈菌能有效地使植物表現抗病反應，減少病害發生的機率及嚴重度，乃因根圈菌能與植物建立良好的互動關係，且不會傷害植物正常的生長與發育。不同根圈菌在不同植物上造成程度不一的抗病能力，如螢光假單胞菌 WCS374 菌株能有效地誘導蘿蔔對抗鐮孢菌(*Fusarium* sp.)的危害，但卻不能成功地誘導阿拉伯芥產生系統性抗病的能力；相反地，螢光假單胞菌 WCS358r 菌株可以成功地誘導阿拉伯芥產生抗病性，但卻不能誘導蘿蔔表現抗病能力，然 *Pseudomonas fluorescens* WCS417r 則可以同時誘導阿拉伯芥及蘿蔔表現抗病的能力[30]。故選擇適當的生物防治菌株方可減少病害發生，始能降低農藥使用量及避免病原菌抗藥菌株的產生。

引用文獻

1. Audenaert, K., Pattery, T., Cornelis, P., and Hofte, M. 2002. Induction of systemic resistance to *Botrytis cinerea* in tomato by *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2: Role of salicylic acid, pyochelin, and pyocyanin. Mol. Plant Microbe Interact. 15: 1147-1156.
2. Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W., and Jacobsen, B. J. 2002. Characterization of systemic resistance in sugar beet elicited by a non-pathogenic, phyllosphere-colonizing *Bacillus mycoides*, biological control agent. Physiol. Mol. Plant Pathol. 61:289-298.
3. Bargabus, R. L., Zidack, N. K., Sherwood, J. W., and Jacobsen, B. J. 2004. Screening for the identification of potential biological control agents that induce systemic acquired resistance in sugar beet. Biol. Control 30:342-350.
4. Bakker, P. A. H. M., Pieterse, C. M. J., and van Loon, L. C. 2007. Induced systemic resistance by fluorescent *Pseudomonas* spp. Phytopathology 97: 239-243.
5. Cameron, R. K., Dixon, R. A., and Lamb, C. J. 1994. Biologically induced systemic acquired resistance in *Arabidopsis thaliana*. Plant J. 5: 715-725.
6. Conrath, U., Beckers, G. J. M., Flors, V., Garcı´a-Agustı´n, P., Jakab, G., Mauch, F., Newman M-A., Pieterse, C. M. J., Poinssot, B., Pozo, M. J., Pugin, A., Schaffrath, U., Ton, J., Wendehenne, D., Zimmerli, L., and Mauch-Mani, B. 2006. Priming: getting ready for battle. Mol. Plant Microbe Interact. 19: 1062-1071.
7. De Meyer, G., Audenaert, K., and Höfte, M. 1999. *Pseudomonas aeruginosa* 7NSK2-induced systemic resistance in tobacco depends on *in planta* salicylic acid accumulation but is not associated with PR1a expression. Eur. J. Plant Pathol. 105: 513-517.
8. Elad, Y., and Chet, I. 1987. Possible role of competition for nutrition in biocontrol of *Pythium* damping-off by bacteria. Phytopathology 75:

190-195.

9. Harrison, M. J. 2005. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annu. Rev. Microbiol. 59:19-42.
10. Honée, G. 1999. Engineered resistance against fungal plant pathogens. Eur. J. Plant Pathol. 105: 319-326.
11. Hossain, M. M., Sultana, F., Kubota, M., and Hyakumachi, M. 2008. Differential inducible defense mechanisms against bacterial speck pathogen in *Arabidopsis thaliana* by plant-growth-promoting fungus *Penicillium* sp. GP16-2 and its cell free filtrate. Plant Soil 304:227-239.
12. Huang, C. J., and Chen, C. Y. 2008. Synergistic interactions between chitinase ChiCW and fungicides against plant fungal pathogens. J. Microbiol. Biotechnol. 18: 784–787.
13. Iavicoli, A., Boutet, E., Buchala, A., and Métraux, J. P. 2003. Induced systemic resistance in Arabidopsis thaliana in response to root inoculation with *Pseudomonas fluorescens* CHA0. Mol. Plant Microbe Interact. 16: 851-858.
14. Kang, Y., Carlson, R., Tharpe, W., and Schell, M. A. 1998. Characterization of genes involved in biosynthesis of novel antibiotic from *Burkholderia cepacia* BC11 and their role in biological control of *Rhizoctonia solani*. Appl. Environ. Microbiol. 64: 3939-3947.
15. Kloepper, J. W., Ryu, C. M., and Zhang, S. A. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. Phytopathology 94: 1259-1266.
16. Liu, J., Maldonado-Mendoza, I., Lopez-Meyer, M., Cheung, F., and Town, C. D., 2007. Arbuscular mycorrhizal symbiosis is accompanied by local and systemic alterations in gene expression and an increase in disease resistance in the shoots. Plant J. 50: 529-544.
17. Liu, Y. H., Huang, C. J., and Chen, C. Y. 2008. Evidence of induced systemic resistance against *Botrytis elliptica* in lily. Phytopathology 98: 830-836.

18. Meziane, H., van der Sluis, I., van Loon, L. C., Höfte, M., and Bakker, P. A. H. M. 2005. Determinants of *Pseudomonas putida* WCS358 involved in inducing systemic resistance in plants. Mol. Plant Pathol. 6:177-185.
19. Murphy, J. F., Zehnder, G. W., Schuster, D. J., Sikora, E. J., Polston, J. E., and Kloepper, J. W. 2000. Plant growth-promoting rhizobacteria mediated protection in tomato against *tomato mottle virus*. Plant Dis. 84: 779-784.
20. Nürnberger, T., Brunner, F., Kemmerling, B., and Piater, L. 2004. Innate immunity in plants and animals: striking similarities and obvious differences. Immunol. Rev. 198: 249-266.
21. Ongena, M., Jourdan, M., Adam, A., Paquot, M., Brans, A., Joris, B., Arpigny, J. J., and Thonart, P. 2007. Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants. Environ. Microbiol. 9: 1084-1090.
22. Park, K. S., and Kloepper, J. W. 2000. Activation of PR-1a promoter by rhizobacteria which induce systemic resistance in tobacco against *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*. Biol. Control 18: 2-9.
23. Ran, L. X., Li, Z. N., Wu, G. J., van Loon, L. C., and Bakker, P. A. H. M. 2005. Induction of systemic resistance against bacterial wilt in *Eucalyptus urophylla* by fluorescent *Pseudomonas* spp. Eur. J. Plant Pathol. 113: 59-70.
24. Shuhegger, R., Ihring, A., Gantner, S., Bahnweg, G., Knappe, C., Vogg, G., Hutzler, P., Schmid, M., van Breusegem, F., Eberl, L., Hartmann, A., and Langebartels, C. 2006. Induction of systemic resistance in tomato by N-acyl-L-homoserine lactone-producing rhizosphere bacteria. Plant Cell Environ. 29: 909-918.
25. Siddiqui, I. A., and Shaukat S. S. 2002. Rhizobacteria-mediated induction of systemic resistance (ISR) in tomato against *Meloidogyne javanica*. J. Phytopathol. 150: 469-473.
26. Spaink, H. P. 2000. Root nodulation and infection factors produced by rhizobial bacteria. Annu. Rev. Microbiol. 54:257-288.

27. Sticher, L., Mauch-Mani, B., and Métraux, J. P. 1997. Systemic acquired resistance. Annu. Rev. Phytopathol. 35: 235-270.
28. Van Loon, L. C., Bakker, P. A. H. M., and Pieterse, C. M. J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annu. Rev. Phytopathol. 36:453-483.
29. Van Oosten, V. R., Bodenhausen, N., Reymond, P., Van Pelt, J. A., Van Loon, L. C., Dicke, M., and Pieterse, C. M. J. 2008. Differential effectiveness of microbially induced resistance against herbivorous insects in *Arabidopsis*. Mol. Plant Microbe Interact. 21:919-930.
30. van Wees, S. C. M., Pieterse, C. M. J., Trijssenaar, A., Van't Westende, Y. A. M., Hartog, F., and van Loon, L. C. 1997. Differential induction of systemic resistance in *Arabidopsis* by biocontrol bacteria. Mol. Plant Microbe Interact. 10: 716-724.
31. van Wees, S. C. M., van der Ent, S., and Piterse, C. M. J., 2008. Plant immune responses triggered by beneficial microbes. Plant Biol. 11: 443-448.
32. Verhagen, B. W. M., Glazebrook, J., Zhu, T., Chang, H. S., van Loon, L. C., and Pieterse, C. M. J. 2004. The transcriptome of rhizobacteria-induced systemic resistance in Arabidopsis. Mol. Plant Microbe Interact. 17: 895-908.
33. Waller, F., Achatz, B., Baltruschat, H., Fodor, J., Becker, K., Fischer, M., Heier, T., Huckelhoven, R., Neumann, C., and von Wettstein, D. 2005. The endophytic fungus *Piriformospora* indicate reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 102: 13386-13391.
34. Zehnder, W. Geoffrey., Murphy, F. John., Sikora, J. Edward., and Kloepper, J .W. 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. Eur. J. Plant Pathol. 107: 39-50.

Activation of Plant Immunity for Control of Plant Diseases

Liu, Y. H.[1], Huang, C. J., Lin, Y. J., and Chen, C. Y.[1,2]

[1] Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

[2] Corresponding author, Email: cychen@ntu.edu.tw

ABSTRACT

Interactions between plant and pathogen can induce plant immunity by a series of signal transduction and activation of plant defense responses, giving resistance to pathogen attacks; in addition, plant immunity can be activated by beneficial microorganisms present in the rhizosphere. In the plant rhizosphere, there are plenty of organisms; among them, plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are able to activate plant immunity, and are capable of promoting plant growth and development without adverse effect. PGPR are able to protect plants from attacks by different kinds of pathogens, including fungi, bacteria, virus, and nematode. Many species of *Pseudomonas* and *Bacillus* with plant growth-promoting activity can be applied for the biocontrol of plant diseases. Activation of plant immunity depends on the recognition of bacterium by the plant and the level of disease resistance being induced. Use of suitable biocontrol agents can improve disease suppression effect; it would also decrease the amount of agrochemical applied, environmental pollution and the generation of drug resistant strains of pathogens.

Key words: Plant immunity, beneficial rhizobacteria, biocontrol.

節能減碳與作物病害管理研討會 203-204

水稻病蟲害綜合防治與用藥減量田間評估

張耀騰[1]、周國鴻[1,3]、余贊宏[2]、林俊龍[2]

[1] 台灣省農會附設各級農會農化廠

[2] 雲林縣西螺鎮農會

[3] 連絡作者，電子郵件：tpfac.tfa@msa.hinet.net

摘 要

台灣農業係小農經營型態，農場規模較小，隨著經濟快速成長，工資上漲，同時農業資材價格也隨著物資上漲調昇，雖因大量資本投入吸納部分工資支出 但產銷成本仍高，農業經營不易。我國加入ＷＴＯ以後，面對貿易自由化的競爭，國內農業所面臨的挑戰將更趨艱鉅。尤其水稻作物是我國主要糧食作物，約（263,000）公頃，為降低水稻病蟲害及田間管理成本，自 2006 年開始本廠與西螺鎮農會合作水稻病蟲害綜合防治與用藥減量策略，示範田為 100 公頃，經連續二年（4 期）田間實際測試,結果發現參加共同防治契作面積用藥量可節省達 20％。關於綜合防治與用藥減量方法，首先從稻種消毒作業用藥一致，25％撲克拉乳劑（Prochloraz）浸種達 24 小時後直接催芽，品種為『台農 71 號』及『台南 11 號』。經 20 天秧苗培育後，將插秧至本田，第一期作插秧後 7~8 天及第二期作插秧後 5~6 天施除草劑 6％欣克免速隆水懸劑（6％ Thenylchlor+ Bensulfuron-methyl）。接著下來就是病蟲害防治時期，本策略主要降低用藥次數而達減量目的，首要工作是本廠技術人員定期作田間調查，一旦水稻病蟲害初期發生，立即通知農會指導員及水稻產銷班班員，在短時間內統一施藥，由本廠選定針對病蟲害別而開立藥劑種類作全面水稻專區共同防治（藥劑種類及防治曆如附表）。同時技術人員在田間指導，並隨時注意藥量和水量均勻配合，才達防治有害生物。水稻生育期至收割（一期作約 120 天施藥次數三次，二期作約 100 天施藥次數五次），病蟲害防治用藥平均減少 1~2 次，肥料則由合理化施肥方式進行。在整個田間管理下來，病蟲害防治成本減少 20％，

而單位產量每公頃（溼穀）平均約 10, 200 公斤，對實質收益提升每公頃達 60,000 元，顯示共同防治策略及田間定期病蟲害偵測，亦可有效降低用藥量，在兼顧產業競爭力、農民福祉與生態保育及國人米食安全前提下，對水稻病蟲害防治用藥減量措施，以達『三安全』為目標。

關鍵詞：水稻病蟲害、防治曆、化學藥劑、施藥時機

表一、水稻病蟲害防治用藥減量防治曆

藥劑類別	藥劑名稱	公頃用藥量	稀釋倍數	施藥時間
稻種消毒	25%撲克拉乳劑		2000 倍	浸藥 24 小時
施藥（除草劑）	2%淨草丹粒劑	30 公斤		插秧後 1~5 天
	6%治草靈水懸劑	35 公升		插秧後 5~6 天
殺螺劑	6%（聚乙醛）	5 公斤		插秧後 5 天內
第一次施藥	6%培丹粒劑	30 公斤		插秧後 10 天
	3%加保扶粒劑	30 公斤		插秧後 10 天
第二次施藥	50%撲滅松乳劑	1.2 公升	1,000 倍	插秧後 45 天
	50%培丹 sp	1,2 公升	1,000 倍	
	40% 亞賜圃 乳劑	1.2 公升	1,000 倍	
	10%菲克利乳劑	0.8 公升	1,500 倍	
	80%鋅錳乃浦 wp	2 公斤	500 倍	
	生技 8 號液肥	1.2 公升	1,000 倍	
第三次施藥	50%撲滅松乳劑	1.2 公升	1,000 倍	依據病蟲害偵測情報施藥
	2.8%賽洛寧乳劑	0.6 公升	2,000 倍	
	25%布芬大利松 wp	1.6 公斤	750 倍	
	10%克枯爛 wp	1.2 公斤	1,000 倍	
	2%嘉賜黴素溶液	1 公升	1,000 倍	
	10%菲克利 乳劑	0.8 公升	1,500 倍	
	生技 8 號液肥	1.2 公升	1,000 倍	

節能減碳與作物病害管理研討會 205-206

芒果病蟲害管理

林聰明[1]、林明瑩[2,3]

[1] 台南縣南化鄉果樹產銷班第 20 班

[2] 行政院農業委員會台南區農業改良場

[3] 連絡作者，電子郵件：mylin@mail.tndais.gov.tw

摘 要

現今芒果栽培必需進行防治的病蟲害有：白粉病、炭疽病、黑斑病、藻斑病、蒂腐病、葉蟬、介殼蟲、芒果葉蟎、小黃薊馬及東方果實蠅等。由芒果的生長階段來區分病蟲害管理的方式，主要可分為採收後至開花前之新梢生長期、開花期、幼果期、中果期及套袋階段。新梢生長期約於採收後期之 7 月至 10 月左右，防治工作主要著重於必需培養出健康的枝條及足夠的葉片數，才能蓄積充足的養分在隔年轉化為結果母枝，此時期防治的對象包括葉蟬、危害新梢的小黃薊馬、介殼蟲及炭疽病等。開花期約於 2~3 月間，首重授粉昆蟲的飼養以提高著果率及白粉病的防治來減少花穗的受損。幼果期小黃薊馬的防治是近年最棘手的問題，此階段炭疽病的防治亦必需開始加強，確保果實的品質。約雞蛋大之中果期即進行套袋，且完成套袋後直至採收均不再噴施任何藥劑。我們病蟲害的管理方式主要先行觀察果園病蟲害發生的情形，確立防治的對象後提前用藥進行防治或提早預防，自己安排使用的藥劑種類，均以單種的殺菌劑與單種的殺蟲劑混合為主。許多傳統管理方式的農友在防治上的作法，均是病蟲害發生嚴重後才開始進行防治，多半讓農藥販賣業者安排所使用的藥劑，主要都是 2 種的殺菌劑與 2 種的殺蟲劑同時防治居多，甚至更多種類來混用，且套袋後還持續進行噴藥的工作。我們以 96 年採收後新梢開始至 97 年採收之愛文芒果管理為例，此園面積約 1.2 公頃，於新梢生長期進行 6 次的施藥，分別防治介殼蟲、葉蟬、雜草及炭疽病等，開花期至套袋間共進行了 12 次的施

藥分別防治葉蟬、炭疽病、螟蛾、小黃薊馬、芒果葉蟎等，所花費的用藥成本為 94,140 元。而傳統方式管理的農友在相同的病蟲害防治工作上，以相同的施藥次數而農藥種類較多的用法來計算時其花費的用藥成本初估為 150,900 元，以我們的方式進行病蟲害管理所節省之費用計有 56,760 元。所採收的愛文芒果品質並不比傳統管理者差，農藥有效地減量，亦相對降低農藥殘留的問題。

關鍵詞：防治時期、健康枝條培育、授粉昆蟲飼養、套袋、農藥減量

國家圖書館出版品預行編目資料

「節能減碳與作物病害管理」研討會專刊／
謝廷芳等主編. — 初版. — 臺中縣霧峰鄉:
農委會農試所, 民 97. 12
面: 18.7*26 公分. — (農業試驗所特刊號;
第 133 號)
ISBN 978-986-01-6717-7 (平裝)

1. 植物病蟲害 2. 農作物 3. 植物檢疫
4. 能源節約 5. 文集

433.407 97024200

「節能減碳與作物病害管理」研討會專刊

編　　輯：謝廷芳、陳金枝、鄧汀欽、安寶貞

出 版 者：行政院農業委員會農業試驗所、中華民國植物病理學會

地　址：台中縣霧峰鄉中正路 189 號

網　址：http://www.tari.gov.tw

印 製 者：農世股份有限公司

定　　價：平裝 新台幣 300 元

出版日期：中華民國九十七年十二月　初版

展 售 處：國家書店松江門市
台北市松江路三段 209 號 TEL:02-25180207
五南文化廣場
台中市中山路 2 號 TEL:04-22260330
國家網路書店：http://www.govbooks.com.tw

ISBN：978-986-01-6717-7 (平裝)

GPN：1009703184

—版權所有　翻印必究—

主辦單位：中華民國植物病理學會
行政院農業委員會農業試驗所
補助單位：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局

ISBN 978-9860167177
GPN: 1009703184